PARTE PRIMA

DUE MEMORIE GEOLOGICHE

CHE UNA

SU I TERRENI STRATIFICATI

DIPENDENTI O ANNESSI

ALLE MASSE SERPENTINOSE

DELLA TOSCANA

E L' ALTRA

SU I VARJ SOLLEVAMENTI ED ABBASSAMENTI

CHE HAN DATO ALLA TOSCANA

LA SUA ATTUALE CONFIGURAZIONE

Inserite in varj Numeri

DEL NUOVO GIORNALE DE' LETTERATI

dell'Anno 1837.

DELLA PANCHINA

Sua natura, e sua origine.

Dal lato meridionale di *Volterra* poco lungi da *Pomarance*, sorge sopra una montagna di Gabbro o Serpentino assai elevata (circa 279 Tese, o Br. fior. 933.), l'antico e grandioso fortilizio di *Rocca Sillana*, all'ostro del quale di là del torrente *Pavone*, trovasi il paesetto di *M. Castelli*, posto ad un'altezza di poco minore di quella della nominata rocca, ed anch'esso situato sopra un monte di Serpentino. Scorre il torrente *Pavone* entro un' angusta gola chiusa da balze precipitose, formate di aspri scogli di Gabbro e di Granitone (*Eufotide*), gola che per la sua situazione, per la forma, e per la natura delle rocce da cui le sue pendici resultano, sembra essere stata originata dall' apertura o divisione di un' unica primitiva massa, la quale poi rotta da un qualche violento moto della terra, formò le due sopraindicate montagne di *Rocca Sillana* e di *Monte Castelli*. (Ved. *Fig.* 3. e 5. *Tav. I.*).

Esempi di simili divisioni delle masse serpentinose non son rari nel Volterrano: a poca distanza da Pomarance, ma dal suo lato occidentale, il *Ladio* torrente tributario della *Trossa*, passa in mezzo ai due monti di Gabbro su cui stanno i meschini villaggi di *Libbiano*, e di *Micciano*, monti, che come

quei di *Rocca Sillana*, e *Monte Castelli*, son separati fra loro da una gola con pendici scoscese e precipitose di nudo Gabbro, mentre che da ogni altro lato le loro falde son di dolce declive e tondeggianti e più o meno da strati terrosi ricoperte. *Le Sellate*, torrente posto a settentrione del fiume *Cecina*, presso al diruto forte di *Berignone*, anch'esso traversa uno squarcio d'una massa serpentinosa.

Se dalla cima del monte su cui è la *Rocca Sillana* scendesi verso la *Possera*, altro torrente che trovasi fra questo monte e *Pomarance*, dopo aver per un certo tempo camminato sopra i nudi scogli di Gabbro, giungendo al livello di *S. Dalmazio* vedesi che il terreno cambia ad un tratto natura, diviene di superficie più unita, è friabile e di color biancastro, ed il Gabbro sparisce sotto un deposito di calcare grossolano bianco-giallastro, deposito che aumenta di grossezza discendendo verso la base del monte, nel tempo stesso che diviene stratificato, e prende l'aspetto di una roccia arenaria a cemento calcare, racchiudente avanzi di testacei. Questa roccia è quella che nel Volterrano generalmente conoscesi col nome di *Panchina*, in specie quando è compatta e molto abbondante di fossili: per brevità, e chiarezza delle descrizioni geognostiche che son per fare, adotterò la parola *Panchina* per denotare le diverse qualità di rocce di tutta la formazione, servendomene dirò così come nome generico, riserbandomi poi a renderlo più preciso ed esatto con i convenienti nomi specifici, di *compatta, tufacea, ec.*

La *Panchina* adunque del distretto di cui ci occupiamo, resulta da un deposito calcareo, che estendesi quasi come una fodera o mantello sopra tutta la falda meridionale di quel monte fino alla *Lama*, e dal lato occidentale a distanza molto maggiore, giungendo al di là del *Bullera*, ed anche a *Pomarance*. Si continua inoltre oltrepassato il *Pavone* sul fianco

del monte di *M. Castelli*, e lo riveste intieramente per lo spazio di più miglia, cioè al S. O. fino a *Sesta*, ed a S. E. fino a *S. Lorenzo*, ed al prossimo letto di *Cecina*. Ma sopra i dirupati fianchi che forman la gola in cui passa il *Pavone*, tanto sul monte di *S. Dalmazio*, che di *M. Castelli*, termina bruscamente, e presenta così un fatto il quale dà una probabilità maggiore alla opinione da me emessa della primiera unione delle due montagne: questo fatto prova oltre ciò che la divisione di dette montagne accadde posteriormente alla formazione del mantello di Panchina.

Il deposito calcareo adesso accennato è il più recente di tutti quelli delle vicinanze, giacchè non solo riposa in alcuni luoghi, come a *S. Lorenzo* a *Sesto* ed alla *Lama*, sopra l'Alberese (cioè sopra il calcare secondario appartenente al terreno del Macigno) (Vedi *Figura* 5. *Tav. I.*), sotto cui s'immerge il Serpentino, ma anche sopra le argille cenerine o *Mattajone* (appartenenti ai terreni terziarj) come dal lato della *Possera* (*Fig.* 3. *ib.*).

Esaminata la Panchina ne' punti più distanti dalle masse serpentinose, ove essa si conserva sempre ben caratterizzata, come a *Pomarance*, al *Bullera*, alla *Lama*, trovasi resultante da una arena siliceo-calcarea, collegata da poco cemento calcareo. È allora una grossolana Arenaria, un Tufo grigio-ferrigno che racchiude avanzi fossili di *Pettini*, *Ostriche*, *Cardi*, ec. Se però studiasi il deposito della Panchina cominciandone l'esame dal suo lembo (per esempio a *Pomarance*), e gradatamente avanzando verso la parte sua media, cioè ove riveste la massa serpentinosa (a *S. Dalmazio*), si vede allora come gradatamente diviene più compatta per l'aumento del cemento calcareo, e come l'arena vi diminuisce a poco a poco, mentre aumentano gli avanzi di Testacei, benchè questi sien per il solito intieramente

spatizzati, calcinati, ed anche in alcuni luoghi totalmente distrutti, e di loro non restando che le semplici impronte. Ove ciò accade il deposito calcareo è del tutto convertito in una minuta *Lumachella*, o nella *Panchina compatta*, la quale in certi siti contenendo avanzi di politalamici, somiglia perfettamente alla pietra lenticolare di *Parlascio*, descritta da Giovanni Targioni.

Dal lato orientale del *F. Pavone*, il deposito calcareo-arenaceo che riveste la massa gabbrosa di *M. Castelli*, è quasi per intiero della specie ultimamente indicata: ed una interessante località per veder la composizione, e giacitura di questo deposito, è alla *Mandria di Sorripi*, posta sul precipitoso fianco del monte imminente al *F. Pavone*, e nel punto ove il mantello calcareo presenta la sua testata. Colà per le intemperie e per l'azione erosiva delle acque essendosi sfacelata e distrutta una porzione del Gabbro sottoposto alla Panchina, vi si è formata una specie di grotta, il cui tetto è calcareo, ed il suolo di Gabbro.

Continuando l'esame del deposito della *Panchina* dalla periferia verso il centro (e nell'esempio da noi scelto avanzando verso *S. Dalmazio*), osservasi che gradatamente prosegue il cangiamento d'aspetto, e natura della roccia calcareo-arenosa. Il suo colore prima tendente al biondo divien più sbiancato, e qualche volta leggermente cenerognolo; benchè tuttora vi si osservino avanzi di testacei, essi sono assai più rari: cominciano a comparire, e adagio adagio aumentano in numero, frammenti d'una materia tartarosa friabile, ora color giallo ruggine, ora verdastra, che rammenta le rocce serpentinose. Questi graduati cangiamenti continuando, aumenta ancora la durezza, e con tali passaggi insensibili giungesi a *S. Dalmazio*, ove la Panchina è estremamente compatta, ha consistenza e solidità quasi silicea, ha un color

bianco-gialliccio simile a quel del cacio. Essa colà abbonda di cavità irregolari mammellonate, spesso rivestite da uno strato siliceo o calcedonioso: in alcuni luoghi la sua pasta è omogenea, in altri racchiude noccioletti di materia glauca, la quale essendo meno resistente del cemento all' azione atmosferica, sfacelasi, e produce cavernosità. L' esterna faccia del deposito è in quel posto unita, e compatta, e vi si scorgono deboli indizj d' una struttura stratificata. Egli estendesi ancora un poco al di sopra di *S. Dalmazio*, ma ben presto termina, ed il nucleo di Gabbro che forma il monte comparisce a nudo.

Un mezzo miglio avanti di arrivare a *S. Dalmazio*, venendo da *Pomarance*, dopo aver passata la *Possera*, trovansi alcuni tagli fatti nel fianco del monte per rendere comoda ed eguale la strada, i quali offrono l'occasione di studiare i reciproci rapporti delle due rocce, calcarea cioè, e serpentinosa. Vedesi colà in molti luoghi che il monte di Gabbro è aperto da spaccature del diametro da uno a tre braccia, le quali son ripiene dalla continuazione della roccia solita calcareo-silicea ultimamente descritta, ma più silicea ancora, e di color bianco verdognolo; di modochè tal roccia per questi spacchi sembra internarsi e penetrare nel monte, appunto come fanno i filoni. Un simil fenomeno in quel posto trovandosi molte volte ripetuto, e potendosi bene osservare, non lascia dubbio alcuno, nè timore d' illusione. Ovunque riscontrasi, si vede che la roccia di serpentino formante il *tetto* ed il *muro* del filone, è intieramente e perfettamente separata dalla materia del filone stesso, ed anzi spesso fralle due rocce vi è uno stratarello irregolare e che le divide, d' una materia calcareo-magnesiaca paonazzognola, di tatto untuoso e d' aspetto schistoso. Come poi si comporti tal filone nell' interno del monte, non ho potuto conoscerlo.

Senza più estendermi a descrivere queste località, ma argomentando per adesso solo sopra quanto fin quì ho referito, sembrami che trarre se ne possano le seguenti conseguenze teoretiche.

1.° Che la crosta tartarosa o il deposito di Panchina il quale riveste le falde de' monti di Gabbro, di *S. Dalmazio*, e *M. Castelli* è connesso mediante passaggi e gradazioni insensibili alla roccia calcareo-silicea con cavernosità incrostate di Calcedonio o Quarzo, la quale nell' alto del monte, formando varj *filoni* riempie spacchi che s' internano nella massa di Serpentino, da cui il monte resulta.

2.° Che siccome nella roccia dalla quale son costituiti i filoni non si trovano nè le conchiglie di cui abbonda la circonvicina Lumachella, nè ciottoli di Serpentino, d'Alberese, Galestro, o Calcare, nè di qualunque altra specie, detti filoni non si possono considerare come spacchi del monte serpentinoso stati ripieni dal di fuori al di dentro dai frammenti delle rocce circonvicine, o da deposizioni delle acque esterne.

3.° Che siccome nella prossimità de' descritti filoni calcareo-selciosi del Serpentino, si trova il deposito della Panchina più ricco e meglio fornito della materia sua cementante, cioè della calce carbonata, mentre che essa diminuisce coll' allontanarsi dai detti filoni, ciò conduce a pensare che li spacchi ove questi si trovano, fossero, dirò così, la sorgente o la causa produttrice della materia calcarea (probabilmente allora in stato di soluzione acquosa per la soprabbondanza dell' acido carbonico ec.) o del cemento delle sopra nominate rocce, Lumachelle, e Tufo, appunto come nell' epoca attuale le polle dell' acqua minerale di *Vignone* e de' *Bagni a S. Filippo*, nel Senese, son la causa produttrice di Tartari e Travertini, i quali anche adesso in quelle località si formano.

4.° Che trovandosi racchiusa nell' interno del deposito calcareo una immensa quantità di avanzi marini, ed in esso dispersi con regolarità, soli o con pochissima arena, è da credersi che all' epoca in cui quel deposito si formò, o in cui l'acque calcareo-carbonifere fluirono dagli spacchi della montagna serpentinosa, il mare cuoprisse ancora parte delle montagne stesse, e che le sorgenti fossero summarine.

5.° Che il mantello di Panchina non ricuoprendo i fianchi delle montagne in mezzo ai quali passa il *F. Pavone*, la deposizione di detta Panchina deve credersi anteriore alla divisione delle due masse serpentinose.

Quanto ho esposto merita certamente l'attenzione de' naturalisti, giacchè induce a riguardare una non piccola serie di terreni e di rocce sotto un punto di vista assai diverso da quello che finquì si era fatto. E non solo è d'appoggio alle enunciate idee teoretiche quanto ho detto sopra, ma lo son pure un numero grande di fatti referiti da varj naturalisti italiani e stranieri, e lo sono ancora molte osservazioni che ho avuto luogo d'eseguire per la Toscana, e delle quali solo alcune quì riporterò come quelle da me giudicate di maggiore interesse.

PROVE CHE DALLE MASSE SERPENTINOSE SCATURIRONO ABBONDANTI ACQUE MINERALI.

Una delle più importanti conseguenze che ci han dato le osservazioni delle vicinanze di *S. Dalmazio*, si è che dagli spacchi o aperture del Gabbro scaturirono una volta abbondanti acque minerali le quali con i loro depositi ricoprirono i terreni circonvicini, e terminarono poi coll' ostruere gli spacchi stessi. Ecco adesso alcuni altri esempi di depo-

siti acqueo-plutoniani, dentro aperture del Serpentino Toscano, i quali convalidano la mia opinione.

In primo luogo nominerò i filoni di *Miemite*, che attraversano a *Miemo* nel Volterrano, (fra *Monte Vaso* e *M. Catini*) non solo il Gabbro, ma ancora un ammasso di terreno terziario alterato, che al colle di Gabbro è soprapposto, e che ha color ferrigno, ed in alcuni luoghi è notabilmente indurato. In questi filoni la Miemite vi è cristallizzata sulle due pareti, cioè sul tetto e sul muro: e spesso le due masse cristallizzate si toccano e riempiono interamente lo spacco ove si è formato il filone: altre volte lasciano fra loro un vacuo, ed è in simili casi che trovansi i più bei cristalli di questo minerale. Ma ordinariamente alla Miemite vi è unito il Quarzo cristallizzato, o il Calcedonio, e ambedue tali pietre silicee son disposte a strati che alternano con quelli della Miemite stessa. Sovente trovasi uno strato di cristalli di Quarzo ricoperto da una veste di Calcedonio, ed altre volte il Calcedonio in vece di ricuoprire il Quarzo veste la Miemite. Ora siccome la Miemite, il Quarzo ed il Calcedonio son rocce originate da depositi d'una soluzione acquea, o liquida o vaporosa che fosse, l'esistenza loro nelli spacchi delle masse serpentinose prova che per questi spacchi passarono, durante un certo periodo di tempo, delle acque che erano caricate di quelle sostanze.

I *Calcedonj* del Volterrano, ed in specie quei di *M. Rufoli*, offrono un altro esempio di simili depositi d'acque plutoniane, entro le fenditure delle nostre masse serpentinose, e per conseguenza ci danno un'altra prova che in alcune epoche scaturirono delle acque fuori delle crepe de' terreni Ofiolitici. I Calcedonj di cui parlo, così celebri per i bellissimi lavori di mosaico che da tanto tempo con essi si fabbricano in Firenze, e de' quali scrisse molto bene Giovanni

Targioni ne' suoi Viaggi (1), per la massima parte formano de' filoni entro il Serpentino, come chiaramente si osserva nella *Leccetta* di *M. Rufoli* nel sito detto *ai Sorbi*, ove un filone di Calcedonio lattiginoso diretto dall'*E.* all'O. largo circa due braccia, s'immerge verticalmente nella massa Gabbrosa. L'indicata direzione del filone non è bensì sempre la stessa per tutti quelli di questa sorta di pietra dura, giacchè nel prossimo *M. Quercioli*, sonovene altri diretti da N. E. a N. O.

Presso alla *Villa di M. Rufoli* dei Nobili sigg. Maffei, la quale riposa sopra un poggetto di strati d'Alberese e Galestro (calcare e Schisti alterati del Macigno, o Grè Carpatico, o Grè verde) sollevati e scommossi dal sottoposto serpentino, vi è un filone del solito Calcedonio, che dopo aver traversato le dette rocce, penetra ed iniettasi alla superficie del terreno nelli spacchi dell'Alberese, intonacandone le pareti con belle lamine di color latteo, tutte botriti e tuberosità.

Gli accennati filoni di Calcedonio attraversanti il serpentino son di vario colore, cioè ora d'un bianco latteo, ora candidi, ora pavonazzognoli, giallastri, e verdognoli; ora ialini, ora opachi, e alcune volte simili ancora ad un grossolano *Casciolongo*. Nessun filone è intieramente pieno e compatto; anzi poche porzioni vi se ne incontrano prive di cavernosità o screpolature, perciò buone a lavorarsi: e frequenti sono le geodi, o ventri gemmati tappezzati di bellissime cristallizzazioni di Quarzo ialino, o da tuberosità di Calcedonio, o da cristalli di Quarzo dal Calcedonio rivestito. Non di rado simili geodi si trovano ripiene d'acqua, o d'acqua e d'aria, ed un bellissimo pezzo di questa qualità conservasi nel museo particolare di S. A. I. il Gran Duca di Toscana. Presso il *tetto* ed il *muro* de'

(1) Viaggio per la Toscana T. III. p. 315.

varj filoni, sovente vedonsi nella pasta silicea incepпati de' frammenti di Serpentino distaccatisi o da una parte o dall'altra. Ogni filone poi è quasi sempre diramato, o per dir meglio varj spacchi secondarj veggonsi attorno della spaccatura principale del suolo ove il filone calcedonioso si formò, ed ancor questi secondarj spacchi, da calcedonio o da altra pietra dura son per il solito ripieni. Non tutti però sono intieramente ripieni dal deposito siliceo, ma varj ancora son privi di qualunque incrostazione. Nel museo Geologico Pisano vi sono alcuni pezzi di rocce Gabbrose, che per le delicate incrostazioni ialine e botritiche delle loro fenditure, richiamano alla memoria quelli spacchi de' terreni vulcanici ove de' caldi vapori scaturendo dalle viscere della terra, vi formarono le incrostazioni d'Ialite.

Presso i lagoni di *Serazzano*, dal loro lato di ponente, avvi una massa di Serpentino ricoperta da terreno terziario; e là ancora vedonsi de' filoncelli di Calcedonio che passa al Diaspro fiorito, i quali filoncelli oltre ad attraversare il Serpentino traversano anche il soprapposto terreno terziario. E per dare in fine un altro e differente esempio di depositi aqueo-plutoniani dentro li spacchi del Serpentino, citerò i numerosi filoni d'*Opale grossolano*, e *Casciolongo* di *S. Piero in Campo* all'Isola dell'Elba, e da me già altrove indicati.

COME LA PANCHINA POSSA ESSER PRODOTTA DALLE DEPOSIZIONI E CEMENTAZIONI D'ANTICHE ACQUE MINERALI.

Tutti i fatti adesso indicati provando con sufficiente chiarezza che in una qualche epoca dalli spacchi delle masse serpentinose scaturirono delle acque minerali, le quali depositarono sulle pareti delli spac-

chi stessi quelle sostanze da cui ora sono per intiero o in parte ripieni, sembrami dieno un peso grande all'ipotesi da me sopra enunciata relativamente alle fenditure del Gabbro di *S. Dalmazio*, nelle quali trovansi materie che quantunque in parte di natura diversa, pure son poste nelle medesime circostanze, e per alcune essenziali proprietà son simili a quelle degli esempi quì in ultimo riportati. In conseguenza di ciò ammettendo come ho fatto che la roccia calcareo-calcedoniosa da cui que' filoni son formati, siavi stata depositata da acque minerali emergenti dalle viscere della terra, siccome questa roccia è collegata mediante insensibili passaggi alla Panchina ed al deposito calcareo-arenaceo da cui è involta parte del monte di *S. Dalmazio* e di quello di *M. Castelli*, viene ad avere una solidità maggiore l'opinione mia circa all'origine di questo terreno, cioè che esso sia stato prodotto dal deposito di materie emerse dalle viscere del monte con le acque che ne scaturivano, acque probabilmente allora d'una diversa temperatura di quella che hanno adesso, e cariche di principj ad esse stranieri. E volendo spiegar quegli antichi fenomeni con applicare loro quanto anche attualmente accade sulla superficie del globo, si potrebbe dire che quelle acque erano caldissime, contenevano disciolta e sospesa la silice, e una quantità grande di sopracarbonato di calce (1). Che la silice come meno solubile depositavasi la prima, cioè tosto che l'acqua sorta dalle viscere della terra era sottoposta ad una pressione minore, e tosto che la sua temperatura abbassava: perciò la Silice abbonda nelli spacchi, e presso a questi. Che il carbonato di calce poi precipitandosi adagio adagio, cioè in ragione che

(1) Le osservazioni recentemente fatte su i *Geyser* dell'Islanda, o fontane calde e silicifere, dai sigg. Eugenio Robert e Gaimard (riportate nel T. 7. pag. 5. del Bull. Geologico di Francia), danno maggior peso a questa mia teoria.

l'acido carbonico soprabbondante si dissipava, in conseguenza della diminuita pressione, si depositava a distanze molto maggiori, collegando quanto incontrava.

A tale ipotesi dà anche una più gran probabilità la presenza de' testacei nelli strati tartarosi: giacchè, come addietro si è osservato, provando gli avanzi de' testacei, che mentre in quella provincia accadevano i fenomeni produttori delli strati medesimi, essa era ricoperta dal mare, se si suppone che le acque minerali sgorganti dalli spacchi del Serpentino mescolandosi con quelle del mare, entro cui scaturivano, ad esse somministrassero il cemento calcare, che da queste era portato e successivamente depositato anche a considerevole distanza, si avrà una semplice e plausibile spiegazione dell' origine della Panchina: e s' intenderà come dovevano prodursi le *Lumachelle* quando le deposizioni incontravano e cementavano gusci di molluschi (forse uccisi dalla qualità delle acque minerali), e le arenarie o Tufi, quando incontravano la sabbia o la sottil ghiaja, propria ai lidi marittimi.

Simili depositi calcareo-arenacei o di Panchina estesi a guisa di mantello più o meno perfetto attorno di masse serpentinose, trovansi non solo nelle indicate montagne di *R. Sillana*, e *M. Castelli*, ma ancora in molte altre parti della Toscana. Presso *M. Catini di Val di Cecina*, sul dorso settentrionale de' suoi monti cupriferi, cioè *M. Massi* e *M. alle Croci*, vedesi il solito Calcare tartaroso ed un Tufo grossolano. Sulla montagna Gabbrosa di *Rosignano*, dal suo lato orientale, incomincia un bel deposito arenaceo tartaroso, che estendesi, benchè interrottamente, dalla parte di ponente fino al mare, da quella di levante al torrente *Salvolano*, e da quella di mezzo giorno fino al di là del *Malandrone*. Come osservasi nel deposito di Panchina di *S. Dalmazio* e *Monte*

Castelli anche in quello di *Rosignano* presso del Serpentino egli è un calcare grossolano fossilifero, (adoprato con gran vantaggio per fabbriche) e ad una certa distanza convertesi poi nel solito Tufo.

La cima del monte di *Volterra*, ed anche gran parte del suo fianco settentrionale, resulta da un cospicuo deposito di questi Tufi e Panchine, sopra il quale la città è fabbricata. Questo deposito è ora più ora meno compatto, giacchè in alcuni luoghi come verso il *Fiume Era*, resulta da sabbia appena cementata, in altri, come sotto il *Forte del Mastio*, resulta da una solida e resistente Lumachella composta di tritumi di conchiglie, e per il solito appartenenti ai generi *Pecten*, *Anomia*, *Balanus*, *ec.* collegati da pasta calcarea subcristallina grigio-ferrigno. Oltre gli indicati fossili, verso le *Balze di S. Giusto*, ed anche precisamente sotto *S. Giusto*, nella sabbia frapposta agli strati di Panchina vi si incontrano frequentemente de' grossi e belli esemplari della *Terebratula ampulla*.

Ma il più conosciuto, e forse il più esteso di simili depositi, è quello della parte meridionale del suolo Livornese, quello cioè dei *Lazzeretti*, dell' *Ardenza*, dell'*Antignano*, ec. del quale ha parlato con una certa estensione Giovanni Targioni nel tomo II. de' suoi viaggi per la Toscana a pag. 460, e ne ha fatto menzione ancora il Cav. Della Marmora in una Memoria ultimamente stampata sulle *Isole Baleari*. Fuori della *Porta a S. Marco*, vale a dire dal lato settentrionale di *Livorno* nella linea del *Marzocco*, incomincia questo deposito: più o meno interrottamente traversa il suolo su cui Livorno è impiantato e presso il *Lazzeretto S. Rocco* ben distinto si mostra, in specie sulla spiaggia da cui il mare trasportando via la terra e la arena, lo lascia a nudo. Ai *Cavalleggieri*, al *secondo Lazzeretto*, a *S. Jacopo*, in somma per tutta la costa fino di là del *Forte*

d'*Antignano*, cioè fino alla base della serie di monti di Macigno d'Alberese e di Serpentino che scorre da *M. Nero* a *Rosignano*, si continua la stessa formazione tufacea. Molto s'estende verso levante girando attorno al poggio di *Limone* e giungendo verso *Parrana*, ed a N. E. verso i Lupi e il Torrente *Lugione*. Questo deposito ha varia struttura, varia grossezza, e varia giacitura. Presso il monte di *M. Nero* (*Fig.* 1. *Tav. I.*) ora riposa sopra il Gabbro, ora sopra il macigno, e sopra il suo calcare; ma presso Livorno, e verso i Lazzeretti riposa sopra lo strato d'argilla turchina o mattajone, che essendo della stessa natura e probabilmente anche della stessa epoca di quello delle colline subappenine, continuasi ad un livello inferiore di quello del mare attuale (1). Oltre a ciò secondo il solito questo deposito non è ovunque omogeneo, ma in alcuni punti, come presso all'*Antignano*, consiste in una vera lumachella formata da calce carbonata giallastra cristallina, ripiena tutta di nuclei e forme di una piccola specie di *Mytilus* e d'alcuni *Cardj*: diviene poi gradatamente più arenacea, in certi luoghi è una vera pudinga poligenita, formata di ciottoli di calcare, schisti e arenarie alterate dalle rocce serpentinose, ed anche di ciottoli e frammenti di serpentino, ed Eufotide: in altri siti come presso i Lazzeretti e nelle vicinanze, è la solita arenaria grossolana o Tufo, ed essa pure contiene alcune specie di fossili, vale a dire l'*Echinus spinosus*, il *Mytilus Edulis*, *Brumiti*, uno *Strombus* simile assai al *Gigas* ma diverso per una

(1) Un tale interessante fatto, benchè già conosciuto, della continuazione de' terreni subappennini al di sotto del livello del mare attuale, ho avuto luogo di verificarlo in occasione de' numerosi lavori che ultimamente sono stati eseguiti a Livorno. Non solo vi sono state trovate conchiglie identiche a quelle de' terreni terziari subappenninici, ma anche dei belli e caratteristici ossi di Vertebrati, come denti molari ed una mascella di Elefante.

doppia piegatura presso il margine esterno, una *Nerita*, il *Cardium tuberculatum*, il *Pectunculus glicimeris*, ec.

Presso *Parrana* poi, il deposito è pochissimo arenaceo, invece quasi intieramente calcare, bianco-grigio, assai tenero quando si estrae dalla cava, e che molto indurisce col tempo. È di questa pietra che fu costruito il grandioso *Cisternone*, fabbricato ultimamente presso Livorno: essa racchiude sovente impronte di foglie di piante dicotiledoni, non dissimili a quelle che si trovano nelli Schisti de' nostri depositi carboniferi.

Ancora in altre parti della Toscana e del rimanente dell'Italia meridionale, vi sono delle deposizioni di Tufo similissime alle descritte, che quantunque distanti dalle rocce serpentinose pure da cause simili debbono dipendere, giacchè sempre son prossime a qualche roccia tifoniana o vulcanica. Così nella maremma Piombinese troviamo a *Torre nuova* de' Tufi che sono originati anche attualmente dalle acque termali che scaturiscono dal monte calcareo di *Caldana*, non lungi da una gran massa Trachitica. Nell'Isola dell'Elba al *Capo alla Vite*, al *Golfo del Viticcio*, vedonsi depositi d'un Tufo simile; e quelli del primo son prossimi alla catena serpentinosa di *S. Caterina* e di *Rio*, i secondi alla massa granitica e Feldspatica dell' *Acqua Viva*, e *M. Albero*. Fuor di Toscana ne troviamo grandiosi esempi nel Romano fra *Montalto* e *Corneto*, e fra *Corneto* e *Civitavecchia*, accompagnando le Tufe vulcaniche. Il celebre Tufo di *Messina*, devesi a parer mio referire alla formazione di cui si parla, come a questa stessa formazione devesi referire secondo me il così detto terreno quartuario della *Sardegna* e delle *Isole Baleari*, descritto ultimamente dal Cav. Della Marmora, nonchè una porzione di terreni recenti della *Corsica*.

Recapitolando ora quanto di essenziale si è annunziato, ed argomentato circa l'origine de' Tufi, e Panchina e della loro connessione con le masse serpentinose, concluderemo: *Che le masse plutoniane serpentinose dopo la loro comparsa alla superficie del suolo, nella quale comparsa, come altrove abbiamo veduto, non solo meccanicamente alterarono li strati delle antiche rocce nettuniane* (in specie il macigno) *ma ancora le alterarono chimicamente nella densità, colore, tessitura, aggiungendovi nuovi principj ec., dopo quell' epoca dico si spaccarono, e da questi spacchi, o da altri che nelle vicinanze si formarono, si sparse al di fuori il cemento pietroso sciolto nelle acque, cemento che collegando le arene, e le ghiaje delle spiagge marittime, o de' fondi del mare ove que' fenomeni ebbero luogo, diede origine ad un deposito stratificato, che si è stabilito chiamar* Panchina.

TUFI E PANCHINA.

Secondo quanto ho quì addietro esposto, e secondo quello che pubblicai nella memoria intitolata *Tagli geologici ec.* inserita nei Num. 70 e 71 del *Nuovo Giornale de' Letterati*, si rileva come io consideri la formazione dei depositi Tufacei, e della Panchina, esser conseguenze di fenomeni locali collegati più o meno direttamente con rocce Tifoniane, fenomeni che in alcuni posti hanno già cessato d'agire, in altri son sempre in attività, per il che i depositi stessi potrebbero distinguersi in antichi, e recenti. Questa mia opinione la quale concorda molto bene con quella emessa dal signore Alessandro Brongniart nel 1814 (1), e dal signor Desnoyers

(1) *Bull. des Sciences par la Soc. philom.* 1814 *p.* 149.

nel 1829 (1), diversifica intieramente dall'opinione del Cavalier Della Marmora di Torino (2), il quale quantunque ammetta esservi anche adesso alcune parziali formazioni Tufacee che a somiglianza di quelle di *Messina* e di *Torre Nuova* da me descritte ne' Tagli Geologici, dipendendo da fenomeni locali, sono anche adesso in incremento, considera però i grandi depositi della Sardegna, della Corsica, delle Isole Baleari, della Pianosa, del Romano, del Livornese, delle spiagge della Sicilia ec., di tutti que' terreni cioè che egli con il sig. Desnoyers, Reboul, e Risso chiama *Quaternarj* (3), come il prodotto di uno stato particolare del nostro mare nella precedente epoca. Secondo la maniera di vedere del citato Geologo Piemontese, le acque del mare in quell' epoca essendo ovunque sopraccaricate di Carbonato Calcare, il quale dirò così in conseguenza ne formava una delle parti costituenti, depose ovunque in abbondanza un tartaro che uniformemente e successivamente cementò le arene, le ghiaje e gli avanzi delle conchiglie, dando origine ai Tufi e Panchine di cui si parla.

Quantunque una tale ipotesi sia molto ingegnosa, ed a prima vista soddisfacente, pure l'esame da me fatto de' Terreni che essa concerne, non mi permette di considerarla come la vera teoria della loro formazione. Giacchè se come il Della Marmora suppone, il Tufo e la Panchina fossero una conseguenza

(1) *Observations sur un ensemble de depôts marins plus recens que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation distincte; précédées d'un aperçu de la non simultanéité des bassins tertiaires*. Par M. J. Desnoyers. Annales des Sciences Naturelles Tom. 16.

(2) *Observations Geologiques sur les deux Iles Baléares Majorque et Minorque*. Turin 1834. pag. 19.

(3) Al dire di M. C. Prevost, e di M. Desnoyers questi depositi corrisponderebbero a quelli del *Crag*, ed ai *Faluns*. *Bull. Soc. Geol. vol.* 2. *pag.* 114.

della particolar composizione del mare di quell'epoca, dovrebbonsi tali rocce incontrare egualmente depositate sopra tutto il suolo che dal supposto antico mare era sommerso, ovunque ed egualmente le di lui deposizioni essendosi dovute ammassare. Ma siccome invece non troviamo che masse separate sparse in quà ed in là, e come si è visto non di omogenea struttura o natura, ma in alcuni punti più calcarea in altri meno: ed oltre a ciò sempre osservasi che la materia calcarea è più abbondante, ed il cemento è più puro nell'accostarsi ai varj respettivi centri posti presso le masse Tifoniane, e che viceversa diminuisce allontanandosene, ed in fine sparisce del tutto, io mi trovo costretto a considerar tali depositi non come resultato d'un general fenomeno, bensì di molti e parziali, ed identici a quelli che ancora nell'epoca attuale noi vediamo in attività.

Per tali ragioni adunque io non posso con il sig. Cav. Della Marmora riporre i depositi di Panchina e di Tufo fra quelli appartenenti ai *Terreni terziarj*, cioè fra *quelli prodotti da cause che più non agiscono sulla superficie della terra*, o in altri termini riguardandoli come resultato d'uno stato di cose diverso dall'attuale. Inoltre quantunque sia probabile che alcuni di questi terreni possano essersi originati durante circostanze dalle presenti un poco diverse, quelli per esempio formatisi nell'epoca in cui il mare aveva relativamente a loro (1) un livello più alto dell'attuale, pure sapendo che altri si producono non solo tuttora, ma sonosi prodotti anche nelle epoche intermedie, quando cioè il relativo livello del mare abbassava, dovrannosi almeno considerare come terreni alle due epoche comuni, e l'una con

(1) Dico relativamente, giacchè non sembrami abbastanza provato se le acque del mare siensi abbassate, ovvero se il suolo ove tali fenomeni osservansi siasi elevato.

l'altra di queste due epoche insieme colleganti, cioè, servendomi della plausibilissima classazione de' terreni recenti data dal sig. Desnoyers, come appartenenti a que' terreni che uniron insieme le *Rocce del periodo medio*, con quelle del *periodo attuale*.

Un tal fenomeno è molto lungi da esser unico, o nuovo; e senza stare a cercare altri esempi io riporterò quello citato dallo stesso Desnoyers, della Breccia conchiglifera di alcune località della Nuova Olanda. Questa breccia stata tanto ben descritta dal Fitton (1), forma la spiaggia e il fondo del contiguo mare: e quantunque per i grandi strati che la costituiscono, e che molto inoltransi in terra ferma, e gradatamente benchè debolmente inalzansi, sia evidente debba referirsi ad un'epoca assai antica il principio della sua deposizione, pure in tutti i luoghi ove dalle acque marine è bagnata, anche attualmente si aumenta.

Il Tufo di *Torre nuova* offre l'esempio di una simile contemporanea formazione. I frammenti di terra cotta, produzione dell'industria umana, racchiusi nel Tufo delle vicinanze di *Livorno* (2), quelli trovati in una simil pietra in Sicilia, in Sardegna, ed in Provenza, giustificano chiaramente il posto dato a questa roccia, fra quelle cioè formate da fenomeni che anche attualmente sono in attività.

Ma quantunque i banchi d'arenaria grossolana o Tufo in attuale incremento di *Torre nuova*, di *Messina* ec. e quelle varietà della *Sicilia*, *Sardegna*, e *Livorno*, racchiudenti pezzi di terre cotte, provino di quanto recente epoca sono alcune di queste masse,

(1) *Account of same geologicals specimens of the coasts of Australis; in* 8.° 1826.

(2) Presso il Lazzeretto S. Rocco un pezzo io ne trovai ultimamente, ed un altro ve ne fu trovato dal mio amico Girolamo Guidoni di Massa di Carrara.

pure trovansene altre d'una formazione molto antica, almeno relativamente all'età sociale, se non alla geologica. Una delle città Toscane di più remota origine, l'etrusca Volterra, è appunto fabbricata sopra terreno di questa qualità: ed in questi stessi terreni e presso *Volterra*, e presso *Monte Castelli*, si trovano escavati i più vasti Ipogei ancor essi appartenenti al tempo degli Etruschi. Oltre a ciò il Cav. Della Marmora ci ha fatto conoscere che sopra una massa ancora in posto del Tufo di cui parliamo, vedesi nella Sardegna scolpita un'iscrizione Fenicia, e che con questo stesso Tufo è costruita *Nora*, la prima città, secondo Pausania, stata fabbricata in quell'Isola.

Circa all'epoca geologica alla quale convien referire l'origine della porzione più antica de' depositi della Panchina, o tartarosi o tufacei, può con ogni probabilità, anzi direi certezza, quella dichiararsi posteriore alla formazione de' *Terreni terziarj*, ed alla comparsa de' nostri *Serpentini*, giacchè tanto sopra i Serpentini, quanto sopra i terreni terziarj noi li vediamo depositati.

DEL TRAVERTINO.

Il *Travertino*, quella pietra così resistente alle intemperie, della quale un gran numero di fabbriche vedonsi costruite a Siena, e nel Romano, è un carbonato calcare, il quale benchè compatto, e molto solido, pure racchiude una quantità grande di cellule irregolari, spesso tubulose, varie delle quali si conosce che debbono la loro origine alla decomposizione di fusti, ed altre parti vegetabili, rimaste racchiuse entro la massa pietrosa, quando si formò. Il colore ordinario, e generale della pietra è un

bianco sudicio che tende al giallastro, o al ruggine; e tanto per il modo col quale son disposti i diversi colori, che per la situazione de' vacui sopra descritti, e per certe interruzioni di continuità che alcune volte vi si vedono, palesemente conoscesi la struttura stratificata di questa pietra: e la qualità de' fossili racchiusi in essa mostra poi essere il resultato di deposizioni accadute sopra terreno emerso, e da acque dolci.

Frequenti sono in Toscana, e nelle altre parti meridionali d'Italia i depositi del *Travertino*. Se ne trovano a *Monte Catini di Val di Nievole*, a *Pignano* presso *Volterra*, nelle vicinanze di *Massa Marittima*, ai *Bagni a Vignone*, a quelli di *S. Filippo*, presso *Ricorsi*, a *Saturnia*, nel *Pitiglianese* ec. Ricchissimo poi ne è il Romano, ove son celebri i grandi depositi di *Civita Vecchia*, e quelli della *Cascata di Terni*, di *Tivoli*, del *Lago di Zolfo* ec.

Circa poi all'origine de' Travertini essa non è dubbia: la loro struttura, la loro giacitura mostrano palesemente che essi sono il resultato di deposizioni di sorgenti d'acque sature di sopracarbonato di calce; e di ciò ne abbiamo inoltre una sicura riprova dal vedere anche attualmente formarsi simili rocce, ove simili cause sono in attività. Si può dire adunque non essere i Travertini che la conseguenza delle deposizioni di acque minerali, le quali traboccarono e fluirono sopra il suolo emerso, appunto come le Panchine ed i Tufi sono la conseguenza delle deposizioni delle acque minerali sboccanti dal suolo sommerso: e perciò debbonsi considerare i Travertini come un effetto dello stesso fenomeno produttore della Panchina e Tufi, ma che avendo agito in circostanze diverse, produsse un resultato diverso.

Esaminando adesso l'epoca della produzione della roccia di cui ci occupiamo, in due serie conviene distinguerla, cioè nei Travertini recenti, e negli antichi, come appunto ha fatto il Brongniart nella sua opera *sopra i Terreni che costituiscono la scorza del Globo*, ove trovansene classati alcuni fra i terreni *Lysiaci* (vale a dire formati in conseguenza di dissoluzioni chimiche) del Periodo Giovico o attuale, altri nel terreno di sedimento (*Terrains yzémiens*) del Periodo Saturnico o Antediluviano. Il nostro suolo Toscano ci offre de' chiari e belli esempi di ambo i Travertini di queste diverse epoche: così nel *Pitiglianese* gli estesissimi depositi di *Tufe volcaniche* (o *Peperini* del Brongniart), di *Stigmite* ec. che sono d' un' epoca molto remota e certamente anteriore allo stabilimento delle umane società nella nostra penisola, in molti luoghi riposando sopra grandi banchi di Travertino, provano che questi son d'origine anteriore alle eruzioni delle indicate rocce volcaniche e per conseguenza anteriori allo stabilimento degli uomini in Italia. Quei Travertini adunque a parer mio debbono riporsi fra quelli del *Periodo Saturnico*, come in questo stesso periodo debbono riporvisi a parer di Brongniart quelli delle colline di *Col di Val d' Elsa*, i quali son situati in una posizione tale da non esser possibile ammettere che ve li abbiano formati le acque dell'attuale epoca (1). Al periodo Giovico di Brongniart, o attuale, conviene poi riporre i Travertini de' *Bagni a S. Filippo*, e de' *Bagni a Vignone*, quelli della *Ronna* fra *Follonica* e *Massa* ec., i quali anche oggigiorno veggonsi aumentare, e formarsi sotto ai nostri occhi.

Ma quantunque si trovi una sì gran differenza di età fra questi Travertini, pure non vi è modo di

(1) Bron. loc. cit. pag. 44.

distinguerli per la loro struttura, nè tampoco per la loro natura mineralogica: ed oltre a ciò seguendo in varie località la serie della stratificazione, che forma una data massa, vedesi che dalle antiche passasi alle moderne, come se la loro formazione non fosse mai stata interrotta fra l'una e l'altra epoca.

Or dunque i Travertini altro non essendo, come sopra si è detto, che una modificazione del resultato di quello stesso fenomeno che produsse la Panchina, e trovando noi fra i suoi depositi di varie epoche un altro esempio chiaro, ed incontestabile, d'un passaggio insensibile, e d'una continuata formazione, essi ci offrono così una potente conferma di quanto sopra ho esposto, relativamente alle successive formazioni de' Tufi e Panchine.

Recapitolando adesso quanto abbiamo detto circa alla *Panchina* ed ai *Travertini*, diremo: *Esser questi depositi* ARENACEO-TARTAROSI, *racchiudenti avanzi organici di varie qualità, prodotti dalle deposizioni di acque minerali scaturite dal suolo emerso* (i Travertini), *o dal suolo sommerso* (Panchina e Tufi); *depositi che principiarono a formarsi dopo la comparsa delle masse serpentinose, perciò posteriormente ai primi* TERRENI TERZIARJ SUBAPPENNINI, *o forse contemporaneamente agli ultimi: che in alcuni luoghi han seguitato a formarsi i loro depositi fino all'epoca attuale, ed in altri seguitano anche al presente: e che in conseguenza debbonsi considerare come colleganti l'epoca dei* TERRENI DEL PERIODO MEDIO *con quella* del PERIODO ATTUALE: *depositi che in alcune località sono ancora nella primitiva situazione, in altri furono rotti, e sollevati dalle cause stesse che smossero e squarciarono le masse serpentinose.*

E queste mie maniere di vedere sono in sostanza conformi a quanto già scrisse Brongniart, ed a quanto disse Dufrenay in varj luoghi del Tomo XVI. degli Annali di Scienze Naturali, ma particolarmente alla pagina 428.

DE' VARJ SOLLEVAMENTI ED ABBASSAMENTI

CHE HAN DATO ALLA TOSCANA LA SUA ATTUALE CONFIGURAZIONE.

Così intitolando questo capitolo non ho intenzione d'intraprendere a trattare profondamente il soggetto che annunzio, e molto meno ho in idea di poterlo schiarire. Altra dottrina che la mia vi vorrebbe, altri materiali che quei pochi da me raccolti, ed altro spazio di quello d'una breve memoria. Voglio solo trattenermi un poco sopra tale argomento per vedere quali conseguenze se ne possono relativamente dedurre, con le osservazioni che il suolo Toscano mi ha presentato, e per richiamare su di esse maggiormente l'attenzione de' Geologi. Avanti però d'incominciare, fa d'uopo prevenga della mancanza d'ordine che nel contenuto di questo articolo si trova. Avendo voluto in poche pagine parlare di soggetti tali che per svilluparli convenientemente sarebbe mestieri scrivere un volume, mi è stato impossibile di porvi un ordine maggiore.

TERRENI NETTUNIANI DELLA TOSCANA.

I Terreni stratificati della Toscana, cioè quelli prodotti dalle deposizioni delle acque, come altrove ho dimostrato (1), in tre categorie si dividono, cioè in *Terreni secondarj*, in *Terreni Terziarj*, ed in *Terreni moderni*, o altrimenti detti *Quaternarj*.

(1) Studi Geologici della Toscana.

I *Terreni secondarj* conosconsi a prima vista, e dagli altri si distinguono per la loro coesione, essendo formati da banchi di durissime pietre, come sono per esempio lo Steaschisto, il Verrucano, il Macigno, le rocce calcarie, cioè le Pietre da calcina, l'Alberese, Colombina, Bastarda, ec.: oltre a ciò sono i più inferiori di tutti, e quelli che formano la base e l'ossatura del nostro paese.

I *Terreni terziarj* poi son formati in generale da rocce disgregate o di debole consistenza, cioè da banchi di Ghiaja, di Sabbia, di Mattajone, di Tufo. Li strati di questa sorte di terreni per il solito son debolmente inclinati, mentre quelli de' terreni secondarj hanno forti inclinazioni, e tali che spesso s'accostano alla positura verticale.

Il trovare costantemente i terreni secondarj sottoposti ai terziarj, è una delle prove più convincenti per dimostrare l'anteriorità di quelli relativamente a questi; ed altra prova egualmente convincente ce la offre la natura de' frammenti che costituiscono le rocce aggregate di questi due terreni, trovandosi che quelli rinchiusi ne' Terreni terziarj son della specie stessa de' varj banchi o strati de' secondarj, mentre poi i Terreni secondarj non racchiudono menmeno un frammento delle rocce proprie ai terziarj.

Moderni in fine chiamansi i Terreni che trovansi posti sopra ai terziarj, che resultano dai frammenti de' secondarj, de' terziarj e delle varie rocce Plutoniane comparse dopo la deposizione di questi due ultimi terreni, e che quantunque la loro produzione incominciasse in epoche da noi molto lontane, pure continua tuttora.

TERRENI TERZIARJ SUBAPPENNINI.

I materiali componenti i depositi terziarj della nostra Toscana han sempre una particolare disposizione, la quale indica molto chiaramente l'origine loro, e la causa della loro formazione. Presso alle grandi masse di montagne secondarie che stan più lontane dal mare attuale, trovansi ordinariamente gli strati de' grossi ciottoli o frammenti costituenti gli estesi depositi di ghiaja, o banchi di Pudinga, mentre a distanze maggiori trovansi le Arene, le Marne ed i Mattajoni. Tal disposizione ce la mostrano nella parte N. O. della Toscana la *Val di Magra* che raccoglie le acque fluenti dalle montagne del *Pontremolese*, e del *Fivizzanese:* la *Valle del Serchio,* nel *Barghigiano,* e *Garfagnana,* ove si riuniscono i torrenti che precipitano dalle giogane delle Panie, dell' Appennino Modenese, e Pistojese: e nella parte media ed orientale, il *Valdarno* superiore, parte della *Val di Chiana*, *Val di Greve, Val di Pesa,* ec. Alcune di queste ultime valli che han principio sotto le grandi masse de' Terreni secondarj costituenti i *Monti del Chianti,* oppure le foci superiori delle quali concorrono verso i bacini coronati dalle alte montagne del *Casentino,* e dell'*Appennino,* son quasi ovunque ripiene dagli interminabili ammassi di ghiaje disposte a strati e unite da un'arena ceciato-grigia, micacea, la quale chiaramente si conosce resultare dallo sfacelo del macigno, e delle varie calcaree che l'accompagnano. In fatti i ciottoli di quelli strati son per la massima parte di calcare compatto ceciato, o Alberese, ma qualcuna ve ne ha pure di macigno: gli strati marnosi son rari, e poco grossi; bensì assai frequenti quelli di arena. Una tale struttura la presenta particolarmente tutta la *Val*

di Pesa, che sola citerò per non trattenermi di troppo sopra questo soggetto, adesso per me secondario. Fino alla congiunzione di questa valle con quelle dell' Arno, presso *M. Lupo*, continua la stratificazione sopra indicata: là però i depositi di ciottoli diminuiscono, e cominciano allora a predominare quelli della Marna ceciata, molto arenosa, abbondante in fossili marini e che costituisce tutte quelle colline sulle quali, fino al Villaggio detto la *Rotta*, percorre la via Regia da Firenze a Pisa, e tutte quelle dalle quali è formato il *Valdarno* inferiore, cioè le colline di *Fucecchio, S. Maria a Monte*, ec.: e dalla parte meridionale dell' Arno, quelle della porzione bassa della *Val d'Elsa*, di *S. Miniato, Montopoli, S. Romano*, ec. La pianura Pisana con la quale si uniscono ed insensibilmente si perdono ad occidente queste prominenze terziarie, al di sotto dello strato di terreno vegetabile e di trasporto che la copre, è formata dalla solita marna argillosa cenerina, di grana finissima, vero deposito pelagico, e simile perfettamente a quello che anche adesso formasi al fondo del Mediterraneo, ad una certa distanza dalla foce de' nostri fiumi.

La disposizione che ho quì sopra descritta de' materiali delle colline terziarie, a me sembra che per sè stessa, ed ancora per la natura e per il volume delle respettive sostanze da cui son formate, ci indichino e l'origine di quei materiali, e la forza e causa che gli ha depositati. Il nucleo montuoso della Toscana è di quell' Alberese, e di quel Macigno di cui son formati i ghiajozzoli delle alte vallate sopra accennate; perciò dubbio non vi può essere che dal *detritus* di quelle montagne non abbiano avuto origine que' terreni terziarj, tanto più che tutto ci autorizza a credere essere state prodotte dallo stesso *detritus*, e le arene e le marne che formano le contigue colline. Al medesimo centro montuoso le valli concorrono,

(parlo di quelle confluenti nell'Arno), ed in queste valli troviamo i materiali depositati, dall'estremità di esse fino al mare, secondo la loro mole, cioè i più grossi, e perciò i più pesanti più prossimi alle montagne da cui si staccarono, i più piccoli a maggior distanza.

Tutto ciò a parer mio deve provarci che i terreni nostri terziarj sono stati formati non da materie condotte a noi da lontane regioni per causa di potenti e straordinarj cataclismi, come qualcuno lo ha pensato, ma bensì dall'ordinario scorrere delle acque dai monti al mare, quantunque in un tempo in cui il mare ricopriva uno spazio molto più esteso. La regolare disposizione in strati paralleli delle accennate ghiaje, e l'alternazione loro con le arene e marne, allontana l'idea di un solo e violento trasporto, e d'un tumultuoso deposito. Ed oltre a ciò dà valevole conferma a quanto ho fin quì detto l'osservare che i materiali de' terreni terziarj posti presso alle falde orientali del M. Pisano, (monte che in gran parte è composto da rocce silicee) vale a dire quelli dei colli di *Montecchio*, *Monte Calvoli* ec. sono quasi intieramente formati dai frammenti delle stesse rocce costituenti il prossimo monte Pisano, il che esser non dovrebbe se i materiali de' terreni terziarj fosser provenuti da regioni lontane.

Non può fare ostacolo a questa teoria la portentosa mole di que' depositi, tanto per altezza, quanto per estensione, qualora si rifletta che essi sono il resultato di una lunga serie di secoli, e di più che ne' primi periodi della formazione loro questa doveva essere assai più attiva che nei susseguenti: primieramente perchè allora più alte, più angolose, e più acute dovevano essere le vette delle montagne secondarie, dal cui *detritus* que' depositi si produssero: secondariamente perchè siccome allora il mare invadeva le falde stesse di quelle montagne, alle cause

m.

produttrici le ghiaje, oltre all'urto ed azione delle acque piovane, noi dobbiamo aggiungere anche l'urto dell'onde marine, e delle sue correnti, contro le falde dei monti stessi; ed in terzo luogo possiamo forse porre in calcolo anche la maggiore azione delle piogge, le quali secondo alcuni geologi erano nelle prime epoche della terra molto più copiose, e molto più frequentemente l'inondavano.

Che le colline nostre sieno in generale conseguenza delle tranquille deposizioni di un mare all'attuale simile, ne è prova ancora l'osservare che fra li strati di quelle si trova un numero grandissimo d'avanzi d'animali, molti de' quali vivono tutt'ora nel Mediterraneo o nell'Adriatico, e che questi avanzi sono anche disposti nel modo stesso in cui troviamo disposti nel fondo del mare dell'epoca nostra gli animali viventi simili a quelli a cui i fossili appartennero.

Oltre i terreni terziarj che in quest'articolo abbiamo indicati, quelli cioè dai quali si compongono le più grandi Valli della Toscana, come la Valle dell'*Arno*, della *Cecina*, dell'*Ombrone* ec., di quei terreni i cui strati sono i meno smossi dalla primitiva situazione, terreni abbondanti di fossili e marini e terrestri, ed animali e vegetabili, in fine di que' terreni distinti col nome di *Terziarj subappenninici*, altri ve ne sono i quali da questi differiscono e per avere la loro stratificazione assai più sconvolta da sollevamenti e rotture, e per la qualità degli avanzi organici che racchiudono, ed in specie poi per l'abbondanza di frammenti di rocce serpentinose che vi si trovano. A riguardo di tali loro componenti, per distinguerli dagli altri terreni terziarj de' quali si è parlato, noi li chiameremo *Terreni terziarj ofiolitici*.

DE' TERRENI TERZIARJ OFIOLITICI.

In alcune speciali località della Toscana, le quali però son quasi sempre poste nelle vicinanze od a contatto delle masse serpentinose, esistono i depositi di que' terreni da noi chiamati *Terziarj ofiolitici*, i quali nella lor parte superiore si compongono da strati di arene o grigie o verdastre, da marne di color glauco, o cinereo-verdognolo, e qualche volta ancora assolutamente cinereo: sempre son queste marne ed arene framezzate e coperte da banchi di ciottoli di varie grossezze, i quali ciottoli sono o di macigno, o di schisti indurati e convertiti in Diaspro, o di Calcare Alberese o Litografico, più o meno alterato dall'azione delle rocce serpentinose, cioè o colorato in scuro paonazzo, o in grigio, ed impregnato di manganese e di ferro (1): ed in fine da una quantità grande di ciottoli di Serpentino, d'Eufotide, di Prasopiro, e d'altre rocce ofiolitiche, o di rocce nettuniane dalle ofiolitiche plutonizzate, come le varie specie di *Gabbro rosso* (2).

(1) Le pietre calcaree così plutonizzate danno una buonissima *calce idraulica*, o *calcina forte*. Quella tanto ricercata di *Berignone* nel Volterrano, delle *Sellate* e della *Sterza*, è fatta appunto con ciottoli calcarei de' torrenti che scorrono a traverso i terreni di cui ora si parla.

(2) Intendiamo per *Gabbro rosso* un complesso di rocce prodotte da una particolare alterazione del terreno del macigno, ed in specie de' suoi strati d'argilla schistosa e de' calcarei; alterazione cagionata dalle rocce ofiolitiche, e che consiste non solo nell'indurimento, nel coloramento in rosso fegatoso de' detti strati, e nello sconvolgimento loro, ma spesso in un vero impasto, fusione, o amalgama della roccia nettuniana con la plutoniana: per le quali azioni si originarono sovente molte rocce d'aspetto ambiguo e polimorfo; nelle quali

3

Nella parte inferiore poi questi terreni terziarj ofiolitici si compongono di arenarie di varie qualità, che alternano con marne cenerine o grigie, e qualche volta leggermente verdastre. Alcune varietà di quelle arenarie si potrebbero a prima vista confondere con il *Macigno*, ma è facile il distinguerle e per esser queste molto meno dure di quello, e perchè sempre racchiudono frammenti di Diaspro, di Serpentino, Eufotide o di altre rocce ofiolitiche. Esse abbondano di particelle di Mica, con gli acidi producono una vivace effervescenza, hanno color grigio o giallognolo, e frequentemente racchiudono frammenti di parti vegetabili carbonizzate. Un'altra varietà d'arenaria vi si incontra nella quale predomina il quarzo ridotto in sottile arena giallastra collegata da un cemento non effervescente: quest'arenaria l'abbiamo trovata sempre in banchi di non grande estensione.

Come già abbiamo accennato è molto notabile la confusione che riscontrasi nella direzione delli strati del terreno di cui si parla, e specialmente nella parte superiore. In questa parte giammai se ne trovano grandi tratti in cui i banchi rimangano contigui, imperocchè quasi ovunque rotture, angoli, sconvolgimenti ne alterano l'andamento, ne interrompono la contiguità. Pure in varj punti ove questa qualità di terreno terziario è a contatto del secondario, la stratificazione de' due terreni trovasi esser concor-

rocce ora predominano i principj della nettuniana, ora quelli della plutoniana, di modo che ne' decorsi tempi sarebbonsi dette appartenere ai terreni di transizione. Abbiamo adottato per questa sorta di prodotti alterati il nome generico di *Gabbro rosso*, essendo quello che volgarmente si dà loro in Toscana. In una memoria a parte che speriamo potere in breve pubblicare, parleremo con maggior dettaglio di tali rocce, e di molti fatti poco o punto conosciuti dai geologi, concernenti i Serpentini Toscani, rocce interessantissime essendo l'ordinaria sede delle nostre miniere di Rame.

dante e sembra esser tuttora colà, bensì soltanto respettivamente, nella primitiva situazione.

I fossili di testacei che in tali terreni si trovano, non son per anche ben determinati, giacchè non solo son rari, ma di più trovansi mal conservati: bensì è certo che ve ne hanno e d'animali marini, e d'acqua dolce. Ma vi abbondano gli avanzi de' vegetabili dicotiledoni, e spesso essi sono in quantità tale da formare de' banchi di un Lignite ora schistoso, ora compatto, spesso sottili, ma alcune volte alti fino ad un braccio. I celebri carboni fossili del *Volterrano*, di *Monte Vaso*, di *Rocca Tederighi*, e di *Caniparola* appartengono a questi terreni.

Circa poi al rapporto della stratificazione di questo terreno terziario ofiolitico, con quella de' terreni secondarj, e del terziario subappenninico, non è tanto facile il ben conoscerlo, imperocchè nei luoghi di contatto non solo sovente la stratificazione dell'uno è confusa con quella dell'altro, ma spesso sono anche ambedue i terreni in modo notabile plutonizzati, o dall'azione delle antiche zolfatare, o forse dai lagoni, o da qualunque altra siasi causa di simil natura, la quale vi produsse il Gesso, lo Zolfo, il Salgemma. Pure dal complesso delle osservazioni che abbiamo fatto nel Volterrano, e da quanto ci mostra *Caniparola*, crediamo potere asserire che il terreno terziario ofiolitico è inferiore al terziario subappenninico. È vero bensì che in molti luoghi prossimi alle grandi masse de' terziarj ofiolitici, si trovano delli strati di ghiaje e marne a questi appartenenti, i quali giacciono soprapposti al terreno subappenninico (1):

(1) Verso la congiunzione della *Sterza* col fiume *Era*, osservasi in varj punti, come verso *Fabbrica*, presso la *Pieve a Pitti*, al di sopra di *Val di Pavana* ec. il fenomeno di cui parliamo, le rocce cioè del terreno terziario ofiolitico più o meno confusamente riposanti sopra le marne o mattajone subappenninico. Presso *Ligia*, ed alli *Spadini*, non lungi dalle *Moje*, se ne trovano altri esempi, i quali però son nel Volterrano comunissimi.

ma dal modo con cui quelli strati son formati, e dallo spazio che occupano, ci sembra ormai certo dover considerare quelli strati come il resultato dell'azione di acque recenti, le quali trasportando da' vicini poggi terziarj ofiolitici i materiali di questi sopra i subappenninici, là ve li depositarono.

Il Volterrano ci offre grandi esempi di terreni terziarj ofiolitici in tutte le loro varietà, e molti e belli ce ne offrono ancora le colline Pisane, che alle Volterrane son contigue. Così al S. E. di Volterra l'alta montagna di *Berignone*, è quasi per intiero composta da questo terreno. La ghiaja di frammenti di rocce dalle ofiolitiche alterate, ne forma la parte superiore, e l'arenaria quarzosa s'incontra alle sue falde. Nel torrente *Zambra* ve ne è una qualità in alcuni punti un poco calcarea, in altri argillosa, la quale è stata adoprata per costruire le pigne del ponte sospeso sulla *Cecina*. I colli al di là della *Cortolla*, fra il fiume *Cecina* e la catena serpentinosa che da *M. Catini* dirigesi verso *M. Vaso* e *Riparbella*, son tutti di questo stesso terreno: e verso il *Mocajo*, villa che in questo spazio è situata, si vedono in varie bassate, (come nel così detto *Botro d'inferno* ed in quello del *Colombaino*) molti banchi di quell'arenaria simulante il macigno, che addietro ho descritta, e presso della quale sono ancora de' banchi assai grossi di lignite. Vicino al *Ponte di Querceto*, sopra la *Cecina*, alla base del poggio di *Decimo*, vedesi un altro grosso banco dell'arenaria quarzosa. Al terreno terziario ofiolitico appartiene ancora quella complicata serie di colline di mattajone e ghiaje, poste fra il *Castello di Pietra Fitta* e *M. Vaso*, e fra *Chianni* e *Lajatico*, framezzo alle quali scorre la *Sterza*, la *Sterzuola*, il *Botro del Gulfo*, e quello *della Pietraja*. Le frane ed erosioni che questi torrenti han prodotto in quel terreno instabile, e sconnesso, mostrano in varj siti con tutta la chiarezza la compo-

sizione delli strati da noi descritti, e la respettiva loro situazione con le marne e pudinghe (1) del terreno terziario subappenninico. Così scendendo per il letto del torrente *Sterza* dopo aver percorso sul terreno terziario ofiolitico, dall'origine di questo torrente quasi fino al *Botro dell'Ostone*, trovansi al di là di questo botro li strati di ghiaja del terreno terziario subappenninico, che son soprapposti agli strati del terreno ofiolitico, in stratificazione concordante, ed ambedue con elevazione dal N. al S., cioè diretta verso le prossime masse serpentinose. Poco più in basso, cioè verso il podere detto la *Grillaja*, li strati ghiajosi son ricoperti dal Mattajone, o Marna cenerina. (*Ved. Tav. Fig.* 9.)

Oltre al carattere della presenza o mancanza de' ciottoli serpentinosi, oltre al costante modo con cui questi due terreni son fra loro situati, essi possono distinguersi nel Volterrano quasi sempre dal color dominante, e dalla vegetazione che li ricuopre. Il cenerino sbiancato o leggermente ferrigno è il color proprio ai terreni che appartengono ai subappenninici, mentrechè il verdastro, o lo scuro vinato, o fegatoso, è il color dominante negli ofiolitici. Circa poi alla vegetazione, questa è sempre scarsa, languente e rara sopra i terreni subappenninici, in specie dove predomina la marna, mentrechè è abbondante e florida su i terreni terziarj ofiolitici. Le grandi boscaglie di *Berignone* e di *Decimo*, dote principale

(1) Seguendo la classazione e nomenclatura data alle Rocce dal Brongniart, il nome di Pudinga non è il conveniente per la qualità d'agglomerati di cui si parla. La Pudinga del Brongniart è un aggregato di ciottoli uniti da un cemento siliceo: ed in questa memoria col nome di Pudinga noi abbiamo voluto indicare una riunione di ciottoli di molte qualità riuniti insieme o da una pasta arenacea simile ad un macigno, o ad un' arenaria sfacelabile o ancora da semplice arena. Perciò a tal sorta di roccia molto meglio le conviene il nome di *Gompholite*, secondo la nomenclatura dello stesso Brongniart, o di *Nagelfluc* de' Tedeschi.

della manifattura del sale Volterrano, vegetano sopra questo terreno, e sopra di esso son situate le nuove coltivazioni di *M. Vaso*, ed i bellissimi vigneti di *Chianni*.

Da quanto fin quì abbiamo detto circa i terreni da noi chiamati terziarj ofiolitici, e circa le relazioni loro con i subappenninici, se ne possono trarre molte conseguenze importanti per la geognosia, ma adesso solo esporremo le seguenti come le più a proposito per il soggetto di cui ci occupiamo.

1.° Che dal contenersi nelle arenarie e pudinghe del terreno terziario ofiolitico de' frammenti di rocce serpentinose, e di rocce de' terreni secondarj dai serpentini alterate e plutonizzate, è provato come la deposizione di questi terreni accadde dopo la comparsa delle rocce serpentinose: le quali rocce d'altronde è certo esser posteriori alla deposizione de' terreni secondarj, vale a dire del macigno ec., giacchè in questi mai si trovano frammenti ofiolitici o serpentinosi.

2.° Che sembra probabile non essersi il terreno terziario ofiolitico depositato egualmente sopra tutta la superficie del fondo del mare di quell'epoca, ma piuttosto essersi depositato parzialmente, e solo nelle vicinanze delle masse serpentinose; e che debba perciò considerarsi come una conseguenza della combinata azione plutoniana de' serpentini, allora di recente traboccati, con l'azione delle acque marine, sopra i materiali fluitati e depositati da queste.

3.° Che nel tempo in cui presso alle masse serpentinose formavansi per le accennate cause i terreni terziarj ofiolitici, lungi da esse si deponevano i così detti terreni terziarj subappennini, la formazione de' quali essendosi continuata anche dopo che furon cessate le dette cause originanti i terziarj ofiolitici, (e perciò che questi più non si formavano),

anche sopra di essi si deposero i terziarj subapennini. In conseguenza di che mentre si dovran riguardare i terreni terziarj ofiolitici come di contemporanea origine ai subappennini, sembra certo che il termine della deposizione di questi ultimi sia molto posteriore al termine degli altri.

4.° Che la porzione inferiore de' terreni terziarj ofiolitici, quella cioè ove sono le arenarie simulanti il macigno, è possibile sia il resultato d' un fenomeno diverso da quello che ne originò la porzione superiore, vale a dire quella porzione formata dai grandi strati di ghiaja, e mattajone, nella quale si osservano i maggiori dislocamenti, e dove son più abbondanti i ligniti.

5.° Che non solo la situazione inclinata ma ancora l' interruzione nella serie degli strati, il disordine generale in somma presentato nella massa delle varie parti di questi terreni, e specialmente nella parte superiore, prova che essi dopo la loro deposizione furono levati dalla prima situazione da una qualche potente causa.

6.° Che siccome noi troviamo le stratificazioni de' due citati terreni in varj punti di contatto concordanti o quasi concordanti fra loro, è probabile che quando i terreni subappenninici si deposero sopra gli ofiolitici, questi ultimi non avessero per anche sofferti quei dislocamenti dai quali furon ridotti nel disordine in cui li vediamo attualmente.

7.° In fine che abbondando questi terreni di avanzi carbonizzati di piante terrestri dicotiledoni, si ha luogo di giudicarli qual prodotto di un deposito littorale, anzi che pelagico. E lo stato di consolidazione in cui troviamo diverse delle marne di questi stessi terreni, la perfetta conservazione di molte parti di quei vegetabili da cui si composero li strati di lignite in essi contenuti, non che lo stato particolare di carbonizzazione e bituminizzazione,

dà luogo a credere che essi si formassero ove ancora gli agenti plutoniani erano sempre in attività, o dove di nuovo si fecero sentire.

Avanti di terminare questo cenno sopra i terreni della Toscana da noi chiamati terziarj ofiolitici, fa di mestieri indicare che ci sembrano corrispondere a quei di *Superga* e *Cadibona*, il primo reso celebre dalle osservazioni di Alessandro Brongniart (1), ed il secondo dai depositi di lignite che racchiudono avanzi di Anoploteri, e di altri mammiferi; a quei di *Porto Fino* e della *Valle della Scrivia* (2), della *Valle della Bormida*, di *Lermo*, e *di Gavi* (3). Tutti i geologi che si sono occupati di tali terreni concordano a dire essere appartenenti ai terreni di sedimento superiore: e Pareto, Bertrand Geslin, Puillon de Boblaye (4), Virlet, e Provana de Collegno li dichiarano ancora inferiori ai terreni terziarj subappenninici, e di più costituenti una formazione distinta. Ma altri, fra i quali Boué (5), li riguardano come appartenenti alla stessa formazione subappenninica, per il che questi ultimi naturalisti sarebbero presso a poco della stessa opinione da noi quì addietro esposta.

(1) Pubblicate nella sua opera intitolata *Essai sur les terrains de sediment supérieur du Vicentin*. Nel corrente 1837 è stata stampata *sopra le colline di Superga* una dettagliata ed interessante memoria dal geologo Piemontese Provana de Collegno, nel Tomo II. parte 2.ª delle *Mém. de la Societé Géologique de France*.

(2) Indicati dal Marchese Pareto, *Bull. Soc. Géol. Fr.* T. I. p. 66.

(3) Bertrand Geslin *ibid. T. VI. p.* 284.

(4) *Suppl. au Rapp. de M. P. de Boblaye* T. IV. pag. 7.

(5) Nella di lui opera *Guide du Géologue voyageur* T. 3. p. 68. secondo la citazione che è alla p. 203. del T. 2. pag. 202. delle *Mém. Soc. Géol. de France*.

CAUSA DELL' ELEVAZIONE A CUI ATTUALMENTE SI TROVANO ALCUNE PORZIONI DE' TERRENI TERZIARJ.

L'ipotesi dell'estensione maggiore del mare è adesso generalmente adottata, e su tali prove s'appoggia da non doversi quasi più considerar come supposizione. Ma se con essa si spiega bene come gli avanzi fossili d'animali marini si trovino ad una sì gran distanza dal mare, essa lascia però inesplicato il fenomeno della grande elevazione a cui in alcuni siti questi fossili son depositati (1). Le due seguenti ipotesi si presentano per spiegare questo fenomeno, cioè: 1.ª Che mentre si producevano i terreni terziarj dalle deposizioni delle sabbie, delle marne, e delle ghiaje, e mentre vivevano e si moltiplicavano gli animali proprj a quell'epoca, le acque del mare avessero un'elevazione maggiore delle nostre più alte colline terziarie. 2.ª Che il mare avendo conservato sempre un'altezza presso a poco eguale all'attuale, sieno accaduti de'sollevamenti in varj punti del nostro suolo, i quali abbiano inalzati i terreni terziarj al livello a cui adesso si trovano, emergendoli dalle acque.

Noi non staremo a riportare quì gli argomenti in favore o contrarj a tali opinioni, questo non essendone il luogo, e molti autori su di esse avendo già sufficientemente parlato. Diremo soltanto che la seconda opinione è la più plausibile e la più generalmente adottata, e quella che fondasi sopra un fenomeno del quale possiamo trovare esempi recenti, nel mezzogiorno d'Italia, nell'Arcipelago greco, e nell'America meridionale.

(1) Il Mattajone di Volterra giunge a 1740 piedi francesi sopra il livello del mare, quello di Pienza a 1626 ec.

Forse all'ammissione di questa ipotesi si potrà obiettare che non trovansi ne' nostri terreni terziarj subapenninici grandi indizj di dislocamento, giacchè quasi in nessun posto i loro strati fan con l'orizzonte quelli angoli acuti, tanto frequenti ne'terreni secondarj. Ma oltre che in alcune particolari porzioni de' terreni terziarj, in specie degli ofiolitici, noi troviamo sollevamenti simili a quelli de' secondarj, anche riguardo alle altre porzioni ove vediamo deboli indizj di dislocamenti, questa obiezione perde intieramente il suo valore, quando si osservi e che le masse sollevatrici di que'terreni non s'inalzarono mai di troppo, e che molti fatti ci portano a credere non aver le forze sollevanti fatto sentire direttamente la loro azione ai terreni stessi, ma bensì mediante una parte de' sottoposti terreni secondarj, ed anche delle rocce Plutoniane precedentemente comparse.

Ma quali sieno state le forze elevatrici di questi terreni, non è tanto facile il decidersi. Pure fondandoci sopra i resultati delle osservazioni testè riportate circa ai terreni terziarj, diremo sembrar molto probabile che le cause stesse le quali produssero la rottura delle masse serpentinose, rottura di cui più volte si fece parola, fossero ancora quelle che produssero gli sconvolgimenti i quali si osservano nella parte superiore de' terreni terziarj ofiolitici, o per dir meglio che dal sollevamento delle varie porzioni delle masse serpentinose (giacchè li spacchi di cui si parla probabilmente furono causati da un inalzamento delle masse stesse), mentre si producevano li spacchi medesimi, fossero sconvolti rotti ed inalzati li strati di questi terreni terziarj. E siccome secondo quanto si osserva lungo il torrente Sterza, essendo la stratificazione de' due terreni concordante, puossene dedurre che lo sconvolgimento de' terreni terziarj ofiolitici sia stato posteriore alla deposizio-

ne de' terreni subappenninici, sembraci probabile che la stessa catastrofe, causa delle citate rotture nelle masse serpentinose, inducendo in queste oltre alla rottura anche un sollevamento, fosse la causa dell'elevazione che attualmente hanno i terreni subappenninici nelle vicinanze di quelle masse, e de' terreni terziarj ofiolitici.

In conseguenza delli stessi resultati, relativamente alle rocce serpentinose potrà dirsi che la loro comparsa essendo posteriore alla deposizione degli ultimi terreni secondarj, fu bensì anteriore ai terziarj subappenninici, il che è specialmente provato dall'osservare che quantunque esse abbiano chimicamente alterate o plutonizzate alcune porzioni di terreni terziarj ofiolitici, esse non han prodotto nessun simile effetto sopra i terreni terziarj subappennini. Ma que' terreni subappennini essendo stati non solo alterati meccanicamente, ma anche chimicamente dalle Rocce Trachitiche, sembraci molto ragionevole il supporre essere state anche queste rocce con la loro forza espansiva, una delle cause de' sollevamenti de' terreni terziarj subappenninici (1), se pure a ciò

(1) Trovansi in Toscana rocce Trachitiche nella *Montagna di S. Fiora*, fra *Castagneto* e *Torre S. Vincenzo*, presso *Campiglia*, fra *Rocca Tederighi* e *Rocca Strada* ec. Siccome nessun frammento di queste rocce s'incontra nelli strati de' prossimi terreni terziarj nè ofiolitici, nè serpentinosi, è certo che esse comparvero dopo la deposizione de' detti terreni. E ciò è inoltre confermato dal trovarsi in diverse località i terreni terziarj plutonizzati dalle *Trachiti* o dalle rocce a queste associate, come sarebbe la *Selagite*, ed anche dal trovarsi alcune volte porzioni delli stessi terreni inceppati in quelle rocce plutoniane. Nella Grossetana fra *Sasso Fortino* e *Rocca Strada*, abbiamo veduto presso al *Botro all' Ebreo*, un grosso filone di Trachite che attraversa il terreno terziario subappenninico, e di più ne' punti di contatto i ciottoli del terreno terziario son restati inviluppati dalla Trachite stessa. Nel Volterrano, a *M. Catini* ed a *Orciatico*, ove sono due grandi masse di *Selagite* emerse a traverso il terreno terziario subappenninico, ne' luoghi in cui questo terreno

non contribuì ancora l'emersione delle rocce vulcaniche, come dei Basalti, Lave, Tufe ec., comparse nelle epoche susseguenti.

DE' TERRENI ANTICHI TOSCANI.

Nell'esposizione che abbiamo fatta de' principali fenomeni da cui si produssero i sollevamenti Toscani, non si parlò fin quì che di quanto concerne i terreni terziarj, e solo abbiamo detto poche parole come per incidenza, riguardo a quei movimenti ed alterazioni sofferte dai terreni secondarj, di quelli cioè che con la loro emersione diedero origine alla penisola Italica, ed ai quali essa deve essenzialmente le attuali sue forme. Se noi avessimo voluto procedere nel nostro discorso con un perfetto ordine analitico, certamente avremmo dovuto parlar prima del sollevamento de' terreni secondarj, anzichè de' terziarj: ma questo non essendo un completo trattato, bensì un semplice ragionamento, a noi è sembrato che per

è prossimo alla Selagite, egli è notabilmente alterato, cioè indurato in modo da non esser più impastabile con l'acqua, ha colore d'oliva fradicia anzichè il consueto cenerino, è tutto crepato, e le pareti delle crepature son colorate da zone nerastre o piombate. Nell'una e nell'altra delle citate località, nel punto di contatto trovasi l'amalgama delle due rocce, cioè la plutoniana che ha inceppato ed impastato la nettuniana. E poco sotto *Monte Catini*, a *S. Michele*, nel mattajone plutonizzato come sopra ho detto, trovansi le forme ed impronte di molte conchiglie proprie a quei terreni, e particolarmente di ostriche. Nello stesso luogo vedonsi ancora varie porzioni del terreno nettuniano plutonizzato, ripiene da filoncelli e cristalli di *Calce bituminosa fetida*.

Ancora secondo le osservazioni fatte in Grecia dal Virlet (*Bullet. Soc. Géolog. de Franc, T. V. p.* 370), e quelle fatte sulla costa di Barberia dal Rozet (*ibid. T. III. p.* 201), debbesi considerare la comparsa delle Trachiti come posteriore alla deposizione de' terreni terziarj subappenninici.

rendere di più facile intelligenza un soggetto per sè stesso così difficile, ci fosse permesso adottare quest' altro metodo; ed esponendo prima tutto quello che è relativo ai terreni terziarj, come i meglio cosciuti, ed in conseguenza quelli de' quali è più facile comprendersene l' origine, più facile sarebbe, servendoci degli argomenti che essi ci porgono, passar poi all' investigare quanto concerne i meno cogniti, cioè i secondarj.

NATURA ED ORIGINE DE' TERRENI INFERIORI DELLA TOSCANA.

DELLE COSÌ DETTE ROCCE PRIMITIVE E DI TRANSIZIONE.

Quantunque in Toscana e nel restante d' Italia si trovino di quelle rocce alle quali in addietro davasi il nome di *Primitive*, giacchè si consideravano come le prime che si formarono, come le costituenti la base di tutti i terreni prodotti dai depositi acquosi, o di qualunque altra recente e di cognita origine, pure queste rocce toscane, (come le mie osservazioni l' han mostrato) (1) anzichè fralle più antiche debbonsi riporre quasi fralle più moderne, e mi conviene perciò dire non essere stata fin ad ora riconosciuta fra noi alcuna roccia alla quale si possa dar propriamente il nome di primitiva. Circa poi a quelle che si chiamavano di *transizione*, in Toscana sono assai abbondanti, come per esempio li Steaschisti,

(1) Si veda quanto relativamente ai Graniti ho detto, e le prove che della loro recente apparizione ho riportato, nella memoria intitolata '*Tagli Geologici* ec. (pag. 35) ed inserita nei Num. 70 e 71 del Giorn. de' Letter. Ed ancora quanto ne scrissi alla pag. 48, e segg. dell' altra memoria *Sulla Scorza del Globo terrestre* ec.

Schisti argillosi, Gneis ec., ma non potendole considerare che come semplici modificazioni delle Rocce secondarie, passo immediatamente a trattare di quest'ultime, rimandando per quanto concerne ed i terreni primarj e quei di transizione a quel che ne ho scritto nei precedenti miei opuscoli (1).

DE' TERRENI SECONDARJ.

In più luoghi ho dimostrato che i terreni secondarj Toscani riduconsi al *Verrucano,* terreno formato da schisti lucenti e psammiti silicee (le quali sembra possansi referire all'*Arenaria screziata*), al *Lias appenninico,* resultante da strati calcarei, ed al *Macigno,* facente parte de' terreni della Creta (e che corrisponde al Grè *Carpato-appenninico*), costituito da depositi calcarei ed arenacei. Questi tre terreni sono in stratificazione concordanti fra loro, dimodochè essi sembra fossero depositati gli uni sugli altri, senza che niuna catastrofe, o convulsione terrestre accadèsse nelle loro vicinanze, mentre si deponèvano, e fosse stata capace d'alterarne allora la situazione. Tanto le rocce che li compongono che i fossili in essi racchiusi, provano essere stati depositati dal mare, e da un mare profondo, e molto lontano dai continenti.

Conosciuti i primi terreni di deposito che si formarono nella regione di cui ci occupiamo, resterebbe adesso da ricercarsi quali catene di montagne, quali continenti somministrarono al primitivo mare

(1) Cioè *Osservazioni Geognostiche su i Terreni antichi Toscani* ec. (Nuovo Giornale de' Letterati N.° 63), *Tagli Geologici delle Alpi Apuane, e del Monte Pisano, e Cenno sull' Isola dell' Elba* (V. Giorn. sudd. Num. 70 e 71), e *Sulla Scorza del Globo, e modo di studiarla.*

italiano i materiali che produssero i banchi di *Verrucano*, di *Lias*, di *Macigno*. Ma una tale indagine quantunque per se stessa di grande attrattiva, è molto difficile che possa condurre a resultati d'una probabilità sufficiente. Per potersi lusingare di ciò converrebbe aver precedentemente fissato con certezza le idee sulla tanto controversa quistione delle relative epoche di sollevamento delle varie catene di montagne; ed a me poi bisognerebbe aver estese le ricerche geologiche sopra un campo più vasto di quello che sino ad ora mi è stato dato di fare. In conseguenza io non mi tratterrò molto sopra un tal proposito, e solo mi contenterò d'accennare, che il mare nel periodo del deposito de' nostri terreni secondarj, dovè certamente più volte soffrire de' notabili cambiamenti non solo nella temperatura, ma anche nella sua chimica composizione: giacchè i depositi che esso produsse ci mostrano assere egli stato alternativamente atto ed a deporre arenarie, ed a formare de' grandissimi ammasi di strati calcarei. Noterò inoltre che probabilmente in quelle antiche epoche mentre i nostri terreni secondarj si formavano, non solo accaddero varie e successive alterazioni nella scorza terrestre, cioè emersioni di catene di montagne o di continenti, dai quali somministraronsi i frantumi per formare le varie Arenarie; ma che ebbe luogo ancora la produzione di fenomeni plutoniani per cui il mare acquistò i materiali o l'attitudine a deporre la sostanza calcarea. Quali fossero poi le montagne emerse, cioè se di quelle catene che a noi restano all' oriente, o al settentrione, e qual porzione di queste catene, lascerò ad altri, o ad altri tempi l'indicarlo.

SE I TERRENI SECONDARJ TOSCANI ABBIAN SOFFERTO SOLLEVAMENTI, ED IN QUALI EPOCHE.

ORIGINE DELLA CATENA DEGLI APPENNINI.

Il trovare in Toscana e nel resto d'Italia delle porzioni di suolo secondario non coperto dai depositi terziarj, prova o che in quei siti il mare produttore di tali depositi non vi arrivò, o che essi ne furono in seguito esportati da cagioni straniere. Quest'ultimo caso, benchè il meno frequente, pure qualche volta si diede: ma si può facilmente riconoscere ove ha avuto luogo, giacchè dove i depositi terziarj hanno esistito, dove le acque del mare han soggiornato, qualche avanzo de' depositi stessi, o qualche impronta del soggiorno del mare sempre vi si ritrova. Quelle porzioni adunque di suolo secondario sopra le quali non osservansi nè avanzi di terreno terziario, nè orme del mare di quell'epoca, possono con ogni probabilità considerarsi come non state giammai sommerse, e per conseguenza come di quelle che emergevano al disopra del mare dell'epoca terziaria, ossia quando formavansi i nostri terreni terziarj: e diventerà certezza una tal supposizione se al di sotto di quelle porzioni trovansi in sito li strati terziarj, in tal modo mostrando il limite delle loro deposizioni. Questo appunto è quanto s'osserva in Toscana e nelle altre prossime parti d'Italia.

Nei depositi secondarj che formano il suolo della nostra penisola, vi sono diverse prominenze intieramente vestite o nascoste dai depositi terziarj, ma diverse altre ancora ve ne sono delle quali noi vediamo la sola regione inferiore coperta dalli strati terziarj, mentre

priva affatto ne è la regione superiore. Perciò noi dobbiamo arguire da una tal disposizione di cose, che avanti la formazione de' terreni terziarj era accaduto uno di quei potenti movimenti della terra ai quali più volte essa è andata soggetta, uno sconvolgimento cioè per il quale li strati secondarj cangiarono i loro rapporti col mare. Altra prova d'un tale movimento a noi la presenta il vedere che in varj luoghi i depositi terziarj si estendono non solo sul dorso delli strati secondarj, ma ancora sopra le loro testate, ove cioè esse son rimaste allo scoperto per le fratture accadute ne' sollevamenti.

A quel movimento che ruppe e sollevò la serie di quegli antichi depositi, avanti la formazione de' terreni terziarj, devesi con ogni probabilità referire la comparsa al disopra del mare della cima degli Appennini, e di tutti quegli altri monti sulle cui falde si formarono nell'epoca seguente i terreni subappenninici, da cui ora resulta gran parte della superficie d'Italia. E siccome non tutti i terreni subappenninici son di formazione marina, ma alcuni ve ne sono di depositi d'acqua dolce (i *Terreni Valdarnesi*, di *Colle di Val d'Elsa* ec.), da questo fatto rimane egualmente provato che ne' piccoli continenti, o isole di quell'epoca, racchiudevansi de' laghi, ed estesi paduli, delle cavità cioè che eran ripiene d'acque dolci, acque là depositate dalle piogge, e da sorgenti sotterranee.

Giunti a questo punto d'induzioni sulla geogenia Italiana, vale a dire fissata l'epoca della comparsa della catena appenninica, (la quale per quel che si è detto sarebbe accaduta fra il termine della formazione de' *terreni di Macigno* o *Cretacei*, ed il deposito de' *Terreni terziarj subappenninici*) naturalmente si presentano due altre questioni, cioè qual sia stata la causa che diede origine all'inalzamento

di cui si è parlato, e che produsse l'ossatura d'Italia, e se dopo l'epoca della deposizione de' terreni terziarj, gli Appennini e gli altri monti secondarj siansi maggiormente inalzati.

Riguardo a quest'ultima questione un gran numero di fatti, e d'osservazioni autorizzano a rispondere affermativamente. In primo luogo essendo un fatto accertato che il limite de' depositi terziarj nè in Italia, nè in nessuno de' prossimi paesi è dappertutto ad un medesimo livello, ma ove è più alto, ove più basso, dubbio alcuno non si può avere, che il suolo secondario soffrisse nuovi movimenti, e delle ondulazioni (se mi è permesso servirmi di questa espressione de' geologi francesi), dopo che i terreni terziarj vi si furono soprapposti. Aggiungerò ancora sembrarmi quasi indubitato che il più potente di quei movimenti sia stato quel di sollevamento.

Riguardo all'altra questione, cioè qual sia stata la causa dell'inalzamento degli Appennini, egli è assai più difficile rispondere in modo soddisfacente, volendosi basare sopra fatti sicuri.

A quattro diverse cause attribuiscesi generalmente il sollevamento delle montagne, cioè *Primo*. Alle dejezioni volcaniche, le quali ammassandosi attorno alla bocca o cratere che le vomita, ne inalzano adagio adagio le pareti, e vengono così a produrre una più o meno elevata montagna. Ma le sole montagne volcaniche hanno avuta tale origine, perciò essa non può applicarsi al sollevamento degli Appennini, ove ninna roccia propriamente detta volcanica si ritrova.

Secondo. Alli sprofondamenti delle pareti e volte di grandi cavità, in conseguenza de' quali, porzione della massa solida costituente la soprapposta scorza terrestre venendosi a sollevare da un lato mentre dall' altro abbassavasi (come dicesi in geologia) per il *movimento di leva*, formò delle prominenze: que-

sta però non può ammettersi che per i luoghi ove la scorza della terra era intieramente consolidata. Ora le piegature e numerose inflessioni e contorsioni che presentano gli strati formanti gli Appennini ne' posti ove i sollevamenti hanno avuto luogo, escludono, o almeno rendono molto improbabile per queste montagne la presente teoria.

Terzo. Al trabocco o eruzione di rocce tifoniane, le quali spinte da enorme forza fuora delle viscere della terra, inalzarono li strati soprapposti. Quantunque noi troviamo in molti luoghi d'Italia, ed in Toscana specialmente, delle Rocce tifoniane, pure esse sono proporzionatamente in troppo piccola quantità per supporre che siano state causa d'un fenomeno così grande ed esteso quanto il sollevamento della catena appenninica. Oltre a questo le rocce di trabocco di cui parlo son tutte d'un' epoca posteriore alla comparsa degli Appennini, e quasi mai noi le riscontriamo in quelle località ove avrebbero dovuto agire per dar luogo al fenomeno di cui si tratta.

Quarto. Alla diminuzione di volume che in conseguenza del raffreddamento perenne del nostro globo, e della dispersione de' fluidi elastici, deve soffrire la massa che ne costituisce il suo interno; per la qual diminuzione la scorza terrestre già consolidata ed in gran parte raffreddata, non può a meno di rompersi e piegarsi, a fine di star sempre a contatto con la materia sottoposta, che di continuo si ritira: come appunto piegasi e ricopresi di rughe prominenti la scorza d'una mela che si dissecca, o quella del mallo della noce che si prosciuga.

Questa teoria accennata dal celebre geologo Cordier, e che tanto giudiziosamente e con chiarezza ci presenta di nuovo Elie de Beaumont, (alla pag. 665 della traduzione francese del *Manuale geologico di H. T. de la Bèche*) sembrami adesso la più adattata

a darci ragione dell' origine della catena appenninica. Ebbi in altri tempi su ciò idee diverse, ma sono stato condotto all' attuale maniera di pensare, dallo studio de' nostri terreni e dell' età loro, e della relativa età delle masse di rocce tifoniane che fra noi si trovano, e sopra tutto dall' esame della irregolare direzione delle testate delli strati sollevati, da cui quella catena componesi: ed in fine dalle grandi e stranissime e complicate contorsioni e quasi direi annodature delli strati medesimi (1). Nonostante relativamente a molti parziali sconvolgimenti, ed a tutte le modificazioni chimiche e mineralogiche che li accompagnano, non puossi a meno, sotto qualunque punto di vista si considerino i fenomeni geologici Toscani, di ammettere i sollevamenti plutoniani, e la potente azione loro sulle Rocce nettuniane, azione che in alcuni luoghi agì mentre que' depositi si formarono, in altri dopo la loro precipitazione, ma prima del sollevamento, ed in altri in fine dopochè il sollevamento era accaduto.

(1) Nelle montagne di Pistoja, lungo la *Lima* inalzasi un monte sulla cui pendice riguardante al S., pendice estremamente scoscesa, sta il paesetto di *Pupiglio* piantato sulle testate delli strati di macigno. In questo punto vedesi benissimo la strana piegatura a cui alcune volte i banchi costituenti il nostro Appennino vanno soggetti; piegatura che come ho indicato, non solo conduce li strati dalla direzione orizzontale alla verticale, ma spesso anche li ritorce in dietro, e ad un tratto li ripiega in avanti. Fra le contorsioni di quel macigno trovasi a *Pupiglio* un carbon fossile molto bituminoso, ma in sottili strati.

SE OLTRE AI SOLLEVAMENTI DI ALCUNE PORZIONI DEL NOSTRO SUOLO SIENO ACCADUTI ANCHE ABBASSAMENTI.

DELLA CATENA METALLIFERA TOSCANA.

Parlando dei varj terreni della Toscana, e ragionando circa a quei loro cambiamenti d'altezza e di forma di superficie, a cui sono stati sottoposti, cambiamenti in conseguenza de' quali ha avuto origine la forma attuale del suolo del nostro paese, io ho in generale indicato il sollevamento del terreno, come causa della differenza relativa del livello al quale adesso vediamo il mare e li strati da esso in altri tempi prodotti, giacchè il sollevamento del suolo al certo è molto più probabile d'un grande abbassamento del livello del mare. Ma quantunque io sia convinto che le notabili altezze cui ora troviamo i banchi de' terreni terziarj e de' terreni pluto-nettuniani, sien dovute all'inalzamento del suolo su cui tali strati riposano, pure io credo ancora che alcune montagne, o porzioni di montagne, debbano lo stato loro attuale, e le loro fratture, allo sprofondamento d'una porzione delle masse delli strati da cui resultano. Ecco quali sono i principali fatti che a parer mio provano un tale avvenimento geologico.

Lungo tutta la costa occidentale d'Italia (e forse anche lungo la meridionale di Francia e di Spagna) sorge una più o meno interrotta serie di montagne, le quali avendo per base e nucleo il *Verrucano* e sue alterazioni in Steaschisto e *Gneis*, per la maggior parte resulta da grandi masse calcaree del *Lias Appenninico*, o della porzione inferiore del *Macigno*, le une e le altre sovente cangiate in calcare salino,

in dolomite, o in calcare cavernoso; non di rado, ma sempre scarsamente, vi si trova ancora l' Arenaria *Macigno*. Questo aggruppamento di rocce nella Toscana e sue vicinanze, al Nord comincia a mostrarsi alle due estremità del *Golfo della Spezia*, e specialmente in quella posta presso alla foce di *Magra*, vale a dire al *Capo Corvo*. Ne è formato tutto il maestoso gruppo delle *Alpi Apuane*, che sorge fralla *Magra* ed il *Serchio*, i *Monti Pisani*, varj di quelli del *Campigliese*, quei che son fra *M. Pescali* e *l'Ombrone* nella provincia *Grossetana*, gli altri fra la foce dello stesso *Ombrone* e l' *Albegna*, tutto il *Promontorio Argentario*, e tutta l'*Isola dell'Elba*: dimodochè sono essi disposti presso a poco in una linea regolarmente curvata, la quale scendendo dal N. O. al S. E. scorre parallelamente alla catena appenninica, catena essenzialmente formata dall'arenaria-macigno, e che è posta in generale più verso l'Adriatico che verso il Mediterraneo.

Ora nella serie di monti di cui parliamo (serie che per distinguerla dalla Appenninica la denoteremo col nome di *Catena metallifera Toscana*, essendo essa molto più abbondante in metalli che l'altra), benchè le loro falde siano sovente quasi intieramente denudate da veste terrosa, e che così scoperte vadano fino al livello del mare, giammai vedesi in alcun punto, nè sopra di essi, nè dentro le loro anguste vallate, niun deposito terziario, o niun indizio del soggiorno del mare di quell' epoca (1). Così

(1) Ove il mare sommerge per qualche tempo in parte delle masse pietrose, due sorte d' impronte egli vi lascia; una cioè prodotta dalla meccanica azione erosiva delle sue acque, che son da un perenne moto agitate, l'altra dagli animali testacei che nel mare vivono e che o per una proprietà loro particolare rodendo e consumando le pietre (per ciò detti litofagi), in queste si scavano l'abitazione: oppure perchè appiccandosi col loro guscio lapideo ai massi stessi, per lungo tempo questo vi resta aderente anche dopo la morte dell'animale.

le *Alpi Apuane* dal lato N. E. si perdono nel terreno di trasporto, o sotto strati di ciottoli d'un' epoca molto recente; e dall'opposto lato sotto il *detritus* delle loro pendici, o de' poggi di macigno che sono loro addossati. I *Monti Pisani* da ogni lato, e ad un livello di poco superiore a quello del mare, son cinti dai terreni d'alluvione del Serchio e dell'Arno. L'*Isola dell' Elba* immerge le falde delle sue montagne secondarie nel mare, nude ovunque, o solo da poca terra vegetabile coperte, o da recentissimi depositi di Tufo. Tufi, e terreni di trasporto vestono la base dei colli calcarei del *Campigliese*. *I Monti dell' Uccellina* che s'estendono dalla foce d'*Ombrone* fino all'antico porto di *Talamone*, dal lato di levante sorgono da un basso terreno palustre, dal lato d'occidente dal mare: e dal mare e da uno stagno sorge pure il *Promontorio Argentario;* senza che, lo ripeto, nè sopra le sue pendici nè sopra quelle di alcuno degli altri monti quì nominati, si osservi verun deposito terziario, e nemmeno verun deposito pluto-nettuniano antico, nè alcuna impronta di fossili a queste epoche appartenenti. Ora trovandosi da per tutto sparsi attorno alla catena metallifera i depositi terziarj, e le orme del mare di quell'epoca e delle posteriori, e vedendo che tali depositi non solo costituiscono colline e poggi d' un' altezza eguale alle porzioni più basse della catena metallifera stessa, ma ancora della sua media regione, se ne deve certamente dedurre, che la superficie adesso a noi visibile di questa catena non fu giammai sommersa dal mare produttore de' terreni recenti, ma che essa rimase sempre emersa, dopo che incominciarono a precipitarsi i terreni terziarj. Ciò ammesso è evidente che i monti della catena metallifera nel periodo successivo alla deposizione e sollevamenti de' terreni recenti, o rimasero immobili nella loro situazione, o per intiero o in parte s'abbassarono o si sprofondarono.

Se fosse certo che il livello del mare non si fosse mai cangiato, facile sarebbe il decidere a quale di queste due supposizioni attenersi: ed in tal caso siccome nelle coste della catena metallifera, come già si è accennato, non vedesi alcuna orma marina nè superiore nè inferiore a quelle che il mare attuale imprime continuamente, potrebbesi con intiera certezza asserire, esser la catena metallifera rimasta immobile dopo l'epoca in cui si formarono le colline terziarie: e di più ciò sarebbe ancora una prova incontrastabile del sollevamento di queste stesse colline. Ma siccome non solo è incerto che il mare sia stato sempre ad uno stesso livello, (e sopra ciò in seguito noi ritorneremo) ed anzi è opinione di varj celebri fisici e geologi, ed opinione fondata sopra fatti da non disprezzarsi, che egli siasi di qualche poco abbassato, la questione è molto difficile a risolversi.

Se poi adottando l'opinione di questi geologi ammettesi l'abbassamento del mare, allora non trovandosi sue impronte sulle falde della catena metallifera ad un livello superiore di quelle del mare attuale, onde spiegare la mancanza di queste impronte, converrà ammettere l'abbassamento o totale o parziale della catena stessa, e così escludendo la prima supposizione saremmo condotti ad adottar la seconda.

Quantunque un tale argomento in favore di questa seconda ipotesi non sia certamente di gran peso, giacchè appoggiasi anch'egli in parte sopra supposizioni, pure siccome oltre a ciò con essa spiegansi plausibilmente molti singolari fenomeni presentatici dalla catena metallifera, e che con l'altra ipotesi resterebbero incomprensibili, io credo doverla adottare, almeno fino a quando lo studio del nostro suolo ce ne presenti una migliore, o ci provi la falsità di quella che proponiamo.

La natura di questo scritto non permettendomi

di trattar per esteso un tal soggetto, non mi permette in conseguenza di riportare adesso tutte quelle osservazioni le quali mi han fatte concepire le idee sopra accennate, e che in seguito mi hanno in esse confermato, e debbo però limitarmi ad esporre quì solo le più interessanti e concludenti.

Primieramente io farò osservare esser molto naturale che in un paese ove per una grande estensione accaddero sollevamenti, dovessero pure accadere degli abbassamenti. Ancora nell'epoca attuale, ne' luoghi ove per le forze volcaniche son comparse montagne, o colline, sovente porzioni di suolo, o ancora montagne intiere si inabissarono. Ora tutte le masse ofiolitiche e le altre rocce plutoniane che son loro associate, come in seguito mostreremo, sorsero avanti la catastrofe che conformò tutte le montagne della catena metallifera nel modo in cui adesso noi le vediamo. Il sollevamento di queste masse plutoniane può essere adunque stato la causa dell'abbassamento de' monti costituenti la catena metallifera, o almeno di una parte di essi: giacchè dal complesso delle osservazioni da me fatte sembrami rilevare che non sempre da tutti i lati si abbassarono egualmente i monti di questa catena, ma per ordinario da un lato molto più che dall'altro, mediante spacchi, frane, ed inabissamenti; i quali alcune volte furono accompagnati dall'inalzamento della porzione media di questi monti medesimi: altre volte solo la periferia di quelle montagne si abbassò e la parte media rimase immobile, oppure obbedì a quei susseguenti movimenti, che dai Geologi francesi son chiamati *movimenti di leva*.

La catena metallifera per la quale io ammetto lo sprofondamento, trovandosi sulle rive del Mediterraneo, trovasi in un luogo presso del quale esiste una profonda incavatura della scorza terrestre, che forse dallo stesso fenomeno può avere avuta origine. E

può esser prova ancora a questa opinione, primieramente, l'osservarsi che dal lato S. O. di quasi tutti i monti della catena metallifera, sonovi i più forti segni della rottura e sprofondamento di cui parliamo, vale a dire che tali segni di rottura, ed inabissamento trovansi appunto dal lato che corrisponde alla cavità in cui adesso è racchiuso il Mediterraneo; e secondariamente che monti simili a quelli di cui ora ci occupiamo, non solo si vedono in Toscana, ma anche in altri punti della costa di questo stesso mare, come nel Genovesato, nella Contea di Nizza, nella Provenza, Spagna, ec. Quando anche secondo la comune opinione voglia credersi che il mare attuale sia qualche poco più basso di quello delle passate epoche ammettendo l'abbassamento d'una porzione de' fianchi de' monti della catena metallifera, ed ammettendo che esso sia accaduto posteriormente all'elevazione di quella parte della nostra scorza terrestre, per cui non solo i terreni terziarj ma anco i *Pluto-nettuniani* si sono emersi, ne viene in conseguenza che i depositi o le impronte lasciate dal mare nell'epoca della formazione de' terreni terziarj, e pluto-nettuniani, sopra i monti della catena metallifera, debbono essere scomparsi, perchè la porzione ove si fermarono o s'immerse nel mare, o restò nascosta dai terreni d'alluvione.

Ed ammettendo che contemporaneamente allo sprofondamento accadesse anche un sollevamento nella parte centrale de' monti stessi, si avrà una plausibile spiegazione per intendere l'origine delle precipitose ed anguste vallate, e gole, che attraversano alcuni gruppi di questi monti, come quei componenti le così dette *Alpi Apuane*, i *Monti Pisani*, ed alcuni di quelli dell'Isola dell'Elba; e per intendere ancora come esse sian prive de' depositi, e impronte terziarie.

La stessa ipotesi combina poi perfettamente con quanto io dissi ne' *Tagli geologici* circa all'origine d'alcune rocce modificate che incontransi ne' posti di contatto fra il Calcare ed il Verrucano, e circa a quel che scrissi sulla causa delle fratture delle masse calcarie, sull' origine delle grandi caverne che esse nascondono, e delle innumerabili divisioni risaldate che nella sostanza loro si trovano. Giacchè attribuendo tali fenomeni ai moti e rotture che si dovettero produrre nelli strati calcarei e del Verrucano, quando la porzione di suolo formata dalla loro unione passò dalla situazione orizzontale ad una inclinata, e quasi verticale, questa spiegazione combina bene con l' ipotesi dello sprofondamento d'una porzione di que' monti, e dell' inalzamento dell' altro.

In quel medesimo mio scritto io attribuii l'origine delle *Brecce ossifere* che abbondano nella parte calcarea de' monti della catena metallifera, ai movimenti che in essa accaddero, ed all' ammassarsi de' frammenti, ed allo scorrere e sgorgar delle acque: ora anche tali fenomeni male non s' accozzano con la supposizione da noi ammessa, ed anzi come meglio quì appresso vedremo, ne ricevono una plausibile spiegazione.

A QUALE EPOCA POSSA REFERIRSI LA CATASTROFE A CUI LA CATENA METALLIFERA DEVE IL SUO STATO ATTUALE.

Uno de' più validi caratteri per stabilire l'età de' diversi terreni, o delli sconvolgimenti che questi terreni han sofferto, e che gli hanno in un modo o in un altro alterati, ci è sicuramente presentato dagli avanzi degli esseri organizzati, o dai così detti *fossili*, giacchè ciascuna epoca, in ciascuna region

della terra, ha avuta una particolar serie d'esseri viventi, i quali le sono stati proprj e l'hanno caratterizzata. Perciò trattandosi adesso di determinare quando accaddero que' fenomeni che ridussero nello stato attuale la catena metallifera, a preferenza d'ogni altra sua parte noi prenderemo ad esaminare quella ove più abbondano i fossili, vale a dire la porzione calcarea, in cui come qui addietro abbiamo accennato, trovansi copiose le brecce ossifere. E fra tutti i monti della porzione calcarea di cui si parla, noi sceglieremo quello di *Oliveto*, come il meglio conosciuto per le grandi e continue escavazioni che vi si fanno.

Dall'esame adunque del modo col quale il *Monte d'Oliveto* è formato, e dalla situazione e qualità de' fossili in esso racchiusi, siccome si potrà avere un dato sicuro per determinare la relativa epoca in cui esso fu ridotto nell'attuale suo stato, si potrà determinare ancora l'epoca dell'apertura delle valli del Monte Pisano, dello sprofondamento delle masse calcaree, ec. E fondandosi sulla somiglianza di struttura di questi monti con gli altri della catena metallifera, si potrà con molta ragionevolezza arguire l'epoca in cui l'intiera catena metallifera fu ridotta nell'attuale suo stato.

Come altrove abbiamo più volte detto, tutti i colli calcarei che sono addossati al lato S. O. del Monte Pisano (1), ed a quello d' *Avane* e *Filettole*, cioè il *M. del Castellare*, *M. Bianco*, *M. d'Oliveto*, *de' Bagni di S. Giuliano*, *di Vecchiano ec.*, resultano da un calcare biancastro o cenerognolo, o ferrigno appartenente al *Lias appenninico*, calcare che ne' luoghi ove conserva indizj della sua primitiva stratificazione non vi son rare le impronte di fossili, ma che in generale non solo è mancante d'ogni qualunque indizio d'avanzi organici, ma ancora della strut-

(1) Vedi la mia *Carta Geologica del M. Pisano*.

tura stratiforme. Allora oltre ad essere notabilmente dolomitizzato, quasi sempre vedesi diviso in grandi massi che sono o del tutto sconnessi gli uni dagli altri, o collegati da un cemento spatoso per il solito colorato da terra ocracea rossastra. Son questi massi di varie dimensioni, addossati confusamente gli uni agli altri in modo da lasciar fra loro de' grandi interstizj, che alcune volte si presentano come grandi spacchi, o ancora come vere caverne (1):

(1) Da gran tempo si conoscevano varie delle caverne della porzione calcarea della falda S. O. del M. Pisano, ed eran nominate per la loro ampiezza, per le belle e grandi stalattiti che le ornano, ed anche per le limpide e fresche acque da cui è ripieno il fondo di varie di esse. Accennerò quì non solo le già conosciute, ma ancora le più importanti di quelle fino adesso non state indicate dagli autori, e da me visitate.

Nel *M. Bianco* presso *Lugnano*, una grande e profonda ne esiste, accessibile per una sola apertura posta nella sua volta. Benchè l'ingresso sia angusto e pericoloso, pure è stata ripetutamente visitata, e di essa si trovano due interessanti descrizioni, la prima fatta nel 1754 dal P. D. Claudio Fromond, professore in questa Università, e stampata da Giovanni Targioni (*Viaggi Tom. I. p.* 365), la seconda nel 1821 dal sig. Giuseppe Rossi, e pubblicata dall'Avv. Leopoldo Pio Ceccarelli nel *Nuovo Giornale de' Letterati N.° 90. pag.* 174.

Poco sopra alla Chiesa di *Noce* vi è la così detta *Grotta del Pippi*, grotta di forma ovale, con tre amplie aperture a guisa di grandi balconi, dai quali dominandosi la sottoposta ubertosa pianura, ed il tortuoso corso dell'*Arno*, offre un grandioso e piacevole colpo di vista, reso anche più bello dall'amenità della grotta, dai pittoreschi massi formanti i pilastri che la sostengono, dai rami d'uno Spaccasassi che la difende dalla soverchia luce, e dai tralci dell'Ellera e del Lambrusco pendenti sulle pareti ed a traverso ai balconi.

Nell'estrarre la pietra calcare da una delle grandi *cave d'Oliveto*, fu scoperto nel 1836 l'ingresso d'una caverna di mediocre estensione, la quale come tutte le altre de' circonvicini monti era formata da grandi massi calcarei irregolarmente gli uni agli altri addossati. Bellissime stalattiti cilindriche e candide, pendevano dall'alto, e delle stalammiti botritiche ricuoprivano i suoi lati ed il suo fondo: ma quel che di più singolare presentava, era un grande ammasso di lamine bianco-ialine alcune libere, molte insieme connesse solo in alcuni punti ed in modo da lasciar fra di esse

vevano in Italia quando si formavano i terreni terziarj, ecco che con i fatti da noi quì esposti si stabilisce, come uno de' fenomeni da cui fu accompa-

Pantera: o altra specie del genere *Felix* di simili dimensioni. Un dente canino, vedesi nel museo di Pisa.

Ippopotamo. Nel museo di Pisa vi è un dente molare. In quel di Firenze un dente incisivo medio della mascella inferiore.

Un carnivoro affine alle Volpi. Museo particolare di S. A. I. il Granduca.

Ossa d'uccelli. Museo di Pisa, e museo Targioni.

Anguis. Specie molto affine al *fragilis*. Una assai bella petrificazione della veste squamosa ed ossa di questo serpiciattolo è nel museo particolare del Granduca: un altro anche molto meglio conservato è nel museo di Pisa.

Bulimus decollatus. Raro molto. Museo di Pisa.

Helix algira. Museo di Pisa, e di Firenze.

Helix neritoides. Museo di Pisa, e di Firenze.

Cyclostoma elegans. Comune. Museo di Pisa, e di Firenze.

Nelle grotte delle Molina di Quosa.

Orso. Cranio, mascelle inferiori, ossa lunghe, e vertebre. Nel museo di Pisa. Gli avanzi quì accennati appartennero ad una specie molto affine a quella chiamata *Ursus priscus;* ma oltre ad avere i piccoli molari posti dietro ai canini, e gli altri posti avanti ai grossi molari, ne ha un altro per ciascun lato, intermedio ai due piccoli quì citati. Non so se questo carattere sia di tale importanza da denotare una specie distinta, oppure sia soltanto conseguenza d'una differente età.

Nelle brecce di Vecchiano.

Cinghiale. Porzione di cranio; vertebre cervicali, e dorsali; coste, e porzione di sterno. Tutte queste ossa son riunite insieme, ed in posto; e sono impastate e racchiuse nella solita breccia di color ferrigno.

Oniscus Armadillo. *Lin.* Tutte le parti cornee di questo crostaceo son convertite in spato calcare giallastro, ma conservano perfettamente le loro forme, anche le più minute, come quelle delle gambe e delle antenne. Ne sono stati trovati due soli esemplari: uno aperto, che conservasi nel museo di Pisa, l'altro agglomerato, il quale si ruppe nello staccarlo dal masso a cui aderiva.

Bulimus decollatus. Assai frequente. Museo di Pisa.

Pupa. Museo di Pisa.

gnata la catastrofe la quale diede origine allo stato attuale del Monte Pisano, non fu anteriore all'epoca nella quale vivevano gli animali i di cui avanzi si trovano ne' terreni terziarj, e perciò nemmeno a quello della deposizione de' terreni terziarj stessi.

Di più siccome le ossa ora racchiuse nelle brecce sopra descritte, le quali dai geologi diconsi *brècce ossifere*, non son quasi mai nè riunite insieme in completi scheletri, nè intatte ed intiere, ma sempre disperse, rotte, scantonate ec., si può con molto fondamento credere che allorquando furono rinserrate fra i massi, non appartenessero più da gran tempo ad animali viventi, e già si trovassero riunite nell'interno di grotte, o raccolte alla superficie del monte. In conseguenza potrassi da tali fatti trarne argomento per credere che non solo l'imprigionamento de' fossili nelle brecce ossifere, (e per conseguenza il movimento del Monte Pisano e di tutta la corrispondente parte della catena metallifera) non fu anteriore alla deposizione de' terreni terziarj subappenninici, ma di più che ne fu posteriore.

Un'altra porzione della stessa catena metallifera ci presenta un fatto che conferma potentemente questa mia deduzione. Sull'estremità N. O. del gruppo delle *Alpi Apuane*, e precisamente a *Caniparola*, a ridosso cioè della falda del Monte di *Fosdinovo*, monte costituito dai più esterni strati del Macigno soprapposti a quelli calcarei de' monti di *Carrara*, sta situato il deposito di Lignite, di cui addietro facemmo menzione. I banchi di questo Lignite, e delle Pudinghe e delle Arenarie che li racchiudono, riposano in stratificazione quasi perfettamente concordante sopra quelli del Macigno: e siccome questi essendo fortissimamente inclinati in conseguenza del gran sollevamento che acquistarono i sottoposti strati calcarei, dai quali come ho detto si forma gran porzione de' monti di Carrara, ancora li strati li-

gnitiferi son pure inclinati nello stesso modo, ed allo stesso grado. Ma secondo le osservazioni addietro riportate, i terreni lignitiferi della Toscana ed altre parti d'Italia debbonsi referire all'epoca terziaria: ecco perciò che resta così provato essere accaduto il sollevamento di quella porzione delle Alpi Apuane posteriormente alla deposizione di questi stessi terreni terziarj.

Le conseguenze generali adunque che da quanto si è detto noi possiamo dedurne per l'intiera catena metallifera, saranno:

1.° Che lo stato attuale de' monti da cui quella catena è composta, vale a dire le sue anguste gole, la rottura delle sue masse calcaree ec. non solo è dovuto ad un sollevamento della sua parte media, ma ancora allo sprofondamento d'una porzione della sua periferia.

2.° Che siccome i filoni ed ammassi metallici e metalliferi, di Ferro, Piombo argentifero, Blenda, Piriti cuprifere ec. con matrice ordinariamente quarzosa, e qualche volta baritica, e le injezioni granitiche, di Petunzè ec. sono state ancor esse rotte e divise nelle aperture delle gole e valli sopra accennate, i movimenti che originarono tali rotture ed aperture di monti, furon posteriori alla comparsa di quelle sostanze metalliche ed all'alterazione chimica, e plutonizzazione delle rocce nettuniane costituenti que' monti.

3.° In fine che la catastrofe la quale ridusse nello stato in cui sono attualmente i monti della catena metallifera, fu posteriore alla deposizione de' nostri terreni terziarj.

SE IL SUOLO D'ITALIA ABBIA SOFFERTO DEGLI INALZAMENTI ED ABBASSAMENTI DOPO L'EMERSIONE DE' TERRENI TERZIARJ.

Nel 1829 il Cavalier Antonio Niccolini pubblicò una memoria sul *Tempio di Giove Serapide* delle vicinanze di *Pozzuoli*, nella quale fece conoscere dei fatti estremamente curiosi ed interessanti, circa al rapporto del livello del mare con quello della superficie del terreno, su cui il tempio si eleva. E con i mezzi somministrati all'autore dalla sua erudizione e dalla cognizione delle belle arti, egli dimostra le seguenti conseguenze, e tanto chiaramente quanto in tali ricerche è sperabile.

1.° Che nell'epoca in cui fu costruito il più antico de' due pavimenti di cui quel tempio è munito, (l'uno de' quali è soprapposto all'altro) cioè avanti l'Era volgare, il mare aveva un livello quattordici palmi e mezzo (misura napoletana), più basso dell'attuale.

2.° Che nei primi secoli dell'Era volgare, il mare trovavasi più basso solo sei palmi e mezzo.

3.° Che nel medio evo, il mare era più alto del suo livello presente, di circa ventidue palmi.

4.° E che al principio del decorso secolo era più basso d'adesso due palmi e mezzo circa.

Da ciò dobbiamo adunque concludere, che dall'epoca in cui fu costruito il così detto *Tempio di Serapide*, cioè avanti l'Era volgare, fino al medio evo, il mare al dir del Cavalier Niccolini, si alzò più di trentasei palmi napoletani; che dal medio evo fino al principio del decorso secolo, si abbassò circa ventiquattro palmi; ed in ultimo che dal principio del

decorso secolo all' epoca in cui furon pubblicate le osservazioni del Niccolini, erasi rialzato più di due palmi.

Il rialzamento del livello del mare, per servirmi dell' espressione del nostro autore, (giacchè egli crede che nel mare e non nella terra sieno accaduti i cambiamenti) esso non lo prova con i soli fenomeni presentati dal *Tempio di Serapide,* ma ancora con altri che si osservano nei così detti *Ponti di Caligola,* nei piloni del Molo dell'*Isoletta di Nisita,* negli avanzi delle case di delizia che i Romani avevano a *Baja* ed a *Miseno,* e nella *Casa di campagna* detta *di Cicerone* a *Formia;* giacchè tutti questi antichi edifizj sono adesso sommersi dal mare fino ad una altezza che nel tempo della loro costruzione doveva certamente essere all' asciutto. Le vestigia poi lasciate dal mare lungo la *Via di Baja,* nell' *Ospizio de' Cappuccini,* sulli scogli che sostengono il Real Casino e Giardino del *Chiatamone,* alla punta di *Posilipo,* nel *Palazzo di S. Anna,* ed in molte altre località riconosciute sino al di quà di *Gaeta,* sono, secondo il Cavalier Niccolini, chiari segni dell' inalzamento e poi dell'abbassamento che ha ultimamente sofferto il Mediterraneo sopra costruzioni moderne.

A tutti questi fatti alcuni altri io pure ne posso aggiungere, comprovanti li stessi fenomeni, e presentati da avanzi d' opere romane esistenti nelle nostre Maremme.

Nello *Stagno di Scarlino,* le cui acque hanno un livello presso che eguale a quello del mare con il quale lo stagno si continua, un braccio e mezzo sotto della loro superficie, è stata trovata ultimamente, in occasione de' grandiosi lavori che vi si fanno, una porzione dall' antica Via militare Romana molto ben conservata.

Presso la *Torre di Santa Liberata* sul lato setten-

trionale del *Monte Argentario*, vedonsi in riva al mare molte muraglie che s' intersecano come se avessero fatto parte della base d' un gran palazzo, ed il pavimento che trovasi sullo spazio da varie di esse racchiuso, è adesso costantemente sommerso. Nell' interno della valle che sale verso il monte detto i *Ronconali*, a poca distanza de' sopra indicati avanzi romani, sono state trovate ad una profondità presso che eguagliante quella a cui attualmente è il livello del mare, molte porzioni di fabbriche le quali non potrebbesi comprendere come in quell' epoca non fossero sommerse dal mare, o dalle acque sgorganti dai vicini poggi, se non si ammettesse il solito cambiamento del livello del Mediterraneo.

Questi fatti, ai quali certamente molti altri potranno aggiungersene quando con più attenzione sarà stata perlustrata la nostra costiera, provano che l' attuale maggiore invasione del mare dimostrata dal Cavalier Niccolini per il suolo delle vicinanze di Napoli, si è estesa anche verso il settentrione d' Italia. Egli è di sicuro questo un fatto di grande interesse e per la scienza geologica e per la storia della nostra penisola, dall' esatta cognizione del quale può derivarne la spiegazione di molti fenomeni e forse anche di quello che ha portata la miseria e la desolazione in varie provincie d' Italia. Parlo di quel cangiamento di stato d' alcune porzioni del nostro suolo, per cui li sfoghi delle acque terrestri essendo divenuti difficili ed anche impossibili, si formarono ristagni, e per cui in alcuni luoghi le acque del mare inoltrandosi ed invadendo il letto delle dolci, e con esse mescolandosi, originarono lagune malsane e pestiferi stagni. So che fino ad ora tutti quelli i quali han parlato degli impaludamenti maremmani, ne attribuirono l' origine all' interramento della nostra spiaggia, per il che diminuendosi il declive de' fiumi, più difficile diviene lo

sgorgo delle acque terrestri. Ma fu realmente questa la sola origine di tanti e sì grandi cangiamenti? Spesso guardando nelle nostre maremme quelle belle pianure, quelle grandi vallate che una volta furon ripiene di abitazioni di delizia, e che adesso sono invase dovunque da interminabili paduli, non potea persuadermi che le cause generalmente indicate fossero state capaci di tante ed imponenti mutazioni, e mi veniva involontariamente fatto di sospettare che a ciò avesse anche contribuito un qualche altro incognito processo della natura. Sarebbe forse ciò vero, ed il fenomeno che adesso esaminiamo vi avrebbe egli pure avuta parte? Essendo l'oggetto di questa memoria unicamente geologico, non posso maggiormente estendermi in simili indagini: perciò mi contenterò di averle accennate, onde richiamar su di esse l'attenzione degli scienziati.

Tornando adunque al cambiamento di livello del mare nelle epoche storiche, o ad esse prossime, di che realmente in questo capitolo ebbi intenzione d'occuparmi, noi abbiamo veduto come i monumenti delle vicinanze di Napoli ci attestano essersi il mare relativamente alla terra prima inalzato, indi abbassato, e poi inalzato di nuovo. Si è visto che la Toscana ci dà ancora lei prove dell'inalzamento del mare, mediante documenti tratti dagli avanzi di romane costruzioni; ma questi documenti alcuna prova non ci offrono dell'abbassamento, fenomeno che è bensì fra noi dimostrato da molti prodotti naturali. Così, per esempio, le grandi porzioni emerse delli strati di Tufo recente delle vicinanze del *Lazzeretto S. Jacopo* presso *Livorno*, ove alcune volte si trovano racchiusi frammenti di terre cotte, fan vedere che il mare s'abbassò di livello (lo ripeto relativamente a quella spiaggia), non solo dopo l'inalzamento delle colline terziarie, ma ancora dopo lo stabilimento dell'umana società

nella penisola Italica, o almeno dopochè cominciarono a trovarvisi prodotti dell'industria dell'uomo. La Breccia o Tufo di *Sardegna* contenente ancor essa pezzi di terre cotte, descritta dal Cavalier Della Marmora, è prova dello stesso fenomeno; e prova probabilmente ne sono ancora li strati attualmente a secco di quel Tufo calcare i di cui caratteri ci dan motivo di considerarlo come dell'epoca medesima di quello de' Lazzeretti di Livorno e di Sardegna, e dal quale son formate le Isolette del Mar Tirreno, chiamate *Formiche*, ed i banchi che serrano il porto di *Vada*, e forse ancora l'intiera *Isola di Pianosa*. Il deposito di conchiglie semifossili di *Saint-Hospice*, presso *Nizza*, di cui parlò Risso (1), e che il De la Bèche vedde continuarsi fino a *Baussi Raussi*, deposito situato ad un livello a cui le acque marine più non possono giungere, deve riporsi anch'esso fralle prove dell'abbassamento in questione: come pure fra queste prove debbono riporsi le tracce del battito del mare osservate da *Boblay* su i monti calcarei della Grecia, i Balani ancora aderenti al Gneis superiore al deposito conchiglifero d' *Uddevalla* in Svezia, per la prima volta veduti e descritti da Alessandro Brongniart; ed in fine un gran numero di fenomeni simili riscontrati in varie località di tutti i continenti, i quali fenomeni sarebbe quì troppo lungo riportare, e che possonsi trovar citati nelli scritti di Brongniart, di Lyell, di De la Bèche ec.

Da tutti questi fatti e ragionamenti, a parer mio è dimostrato che non solo dopo la formazione ed il sollevamento de' terreni terziarj subappenninici, (giacchè come si è altrove indicato a questi son posteriori i banchi di tufo appartenenti ai *Terreni nettuno-plutoniani*, in alcuni de' quali trovansi fram-

(1) *Hist. Nat. de l' Europe méridionale.*

menti di terre cotte) dopo l'epoca in cui furono costruite le sopraccennate fabbriche Romane, ma sino dopo il principio del decorso secolo, il mare ha cangiato i suoi rapporti con la superficie della terra, ora sopra questa maggiormente estendendosi, ora da questa ritirandosi.

Rimane adesso a vedere se è stato realmente il mare che siasi inalzato o abbassato, la terra rimanendo immobile, oppure se restando lo stesso il livello del mare, i movimenti sieno nella terra avvenuti. Fin quì, nel corso di questo capitolo, io ho generalmente seguito il linguaggio del Cav. Niccolini, considerando il cambiamento di rapporto fra il livello del mare e la terra, come dipendente dall'inalzamento o dall'abbassamento del primo. Ma è realmente questa la verità? Il Cav. Niccolini ha ragione, oppure anzichè il mare è la terra che si è sollevata o abbassata? Benchè sia molto difficile e quasi dirò impossibile provare in modo incontestabile la verità o falsità dell'una o dell'altra di tali opinioni, un numero non piccolo di fatti mi conduce a preferire l'ultima delle due.

In appoggio a questa mia maniera di pensare addurrò la somiglianza del fenomeno di cui ci occupiamo, benchè in grado infinitamente più debole, con la comparsa de' terreni terziarj, comparsa alla quale non si può assegnare altra causa che il sollevamento della scorza terrestre. Farò di poi osservare per i terreni recenti, come lo feci parlando de' terreni terziarj, che se mobile fosse stato il livello del mare da cui si produssero, ed immobile la terra, le tracce dal mare lasciate sulle costiere pietrose nelle varie sue epoche di soggiorno, dovrebbonsi tutte vedere ad un medesimo livello, non solo sull'intiera spiaggia d'Italia ma ancora su quella di Francia, di Spagna, d'Affrica, Siria ec., giacchè le acque d'uno stesso bacino non possono avere in un punto un livello, ed uno di-

verso nell' altro. Ma in vece di ciò l'impronte del mare (sempre parlando di quelle posteriori all'epoca de' terreni terziarj subappenninici) noi le osserviamo ad un livello estremamente variabile: così alcune volte esse sono ad una grande altezza al di sopra della linea a cui il mare arriva attualmente (come a Cagliari dove trovansi impronte a cinquanta metri d'elevazione), ora solo di pochi pollici sopra il livello attuale (come nel napoletano). Oltre a tutto ciò, essendo molto ragionevole pensare che effetti simili abbiano cause simili, quanto è accaduto anche a memoria d'uomini ci autorizza a considerare il ritiramento del mare da varj punti delle costiere, come conseguenza non dell'abbassamento del mare stesso, ma dell' inalzamento della terra, inalzamento prodottosi in seguito di terremoti, d'una specie cioè dei fenomeni che ordinariamente accompagnano qualunque azione volcanica un poco violenta. Fra i numerosi fatti che in appoggio di quanto dico potrebbonsi citare, un solo mi contenterò riportarne, sembrandomi egli bastantemente convincente. Nel 1822 una scossa di terremoto agitò la costa del Chilì per uno spazio maggiore di mille miglia. Il paese compreso fra il mare e le montagne, fu sollevato per l'estensione di cento miglia all'incirca. La spiaggia ed il fondo del mare contiguo alle coste si sollevò da tre in quattro piedi, in modo che restarono a secco una gran quantità di conchiglie munite sempre del proprio animale, e molte di queste tuttora aderenti alli scogli, su i quali avevano vissuto. La struttura poi di quel paese formato quasi diremmo a scalinata, o da piani o terrazze soprapposte le une alle altre e parallele alla spiaggia, e racchiudenti, nelli strati terrosi da cui resultano, conchiglie subfossili, porta a credere che ancora avanti il 1822 fossero accaduti de' sollevamenti simili (1).

(1) Ecco alcuni fatti comprovanti lo stesso argomento, tol-

Concludendo adunque diremo primieramente, non esservi dubbio alcuno che dopo l'emersione de' terreni terziarj subappennici, non solo la superficie d'Italia, come anche quella di molti altri luoghi della terra, sia stata soggetta a de' cambiamenti di rapporto con il livello del mare, cioè siano alternativamente accadute delle irruzioni e ritiramenti di esso. E secon-

dal *Discorso anniversario* che diresse alla Società Geologica di Londra il suo presidente Carlo Lyell nel 17 Febbrajo 1837, secondo l'estratto che ne è dato nella Biblioteca Universale di Ginevra. (Seconda Serie N.° 18. anno 2.° pag. 452).

Nel sud del Devonshire, secondo le osservazioni dei geologi Murchinson, e Sedgwick è seguito un sollevamento da 10 a 40 piedi: sollevamento che è giunto fino a 70 nella contea di Devon. Nella contea di Lancashire, ed in varj altri luoghi sonovi de' depositi marini con conchiglie recenti a 300, e 500 piedi sopra il livello del mare.

Lyell riporta ancora de' nuovi fatti presentati dagli ultimi terremoti del Chili, i quali confermano quanto egli scrisse circa al sollevamento della costa di quel paese. Di più egli asserisce sembrare che un tal sollevamento non abbia luogo soltanto ne' momenti delle scosse, ma che si continui ancora quando esse son cessate: come da quasi tutti i geologi in oggi si ammette che accada per varj luoghi della costa di Norvegia e di Svezia.

Quantunque sia più difficile trovare delle prove dell' abbassamento del suolo che del suo inalzamento, pure alcune incontestabili ve ne sono ancora per il primo di questi moti. Secondo il Professor Nilson sembra che la Scozia da varj secoli graduatamente si abbassi. Linneo per assicurarsi se le acque del Mar Baltico si ritiravano, misurò nel 1749 la distanza che era fra il mare ed una grossa pietra posta presso Trelleborg: quella distanza ultimamente misurata di nuovo, si è trovata minore di 100 piedi di quel che era al tempo del Linneo. È certo adunque che in ottantotto anni scorsi dopo quell' epoca, il mare si è inoltrato cento piedi su quelle coste; il che non può esser accaduto se non per un relativo abbassamento delle medesime.

In diverse parti delle spiagge Scanie varie strade, prima sempre superiori anche alle più alte maree, attualmente sono sommerse. Ed a Malmo quando soffia vento marino vi è una strada inondata, presso della quale sono state trovate in alcuni scavi tracce d'antiche vie che eran poste otto piedi più basse delle attuali.

dariamente che la principal causa di tali fenomeni è stato l'inalzamento o l'abbassamento della terra, e non quello della superficie del mare.

Malgrado tutto ciò io non voglio negare la possibilità di un reale abbassamento delle acque del mare, accaduto negli ultimi periodi geologici, abbassamento ammesso e sostenuto anche dal celebre Alessandro Brongniart (1), fenomeno del quale d'altronde se ne può facilmente ritrovare la causa nello sprofondamento di caverne summarine, dalla solidificazione di una parte della massa acquea ec. Ma essendo a parer mio impossibile provare se tutti i relativi fenomeni che vediamo sono stati prodotti dai soli moti della terra, o anche da cambiamenti del mare, siccome l'ammissione di questi non è necessaria per spiegare lo stato geognostico del nostro suolo, io non mi tratterrò maggiormente sopra tali discussioni, e mi contenterò d'averne dato questo breve cenno.

RECAPITOLAZIONE

Terminato d'esporre tutto quello che le mie osservazioni sul suolo Toscano, unite a quelle di altri recenti geologi possono far conoscere circa alla Geogenia del nostro paese, darò fine a questo ragionamento recapitolandone brevemente le relative e principali conseguenze teoretiche.

Ci mostrano esse adunque:

1. Che nel suolo Toscano ed in quello delle prossime regioni d'Italia, e particolarmente della sua

(1) *Tableau des Terrains qui composent l'écorce du Globe etc.* pag. 94.

parte meridionale, non trovansi rocce alle quali si possa dare propriamente il nome di primitive, giacchè il Granito che vi si incontra è d'un'epoca più recente (giudicandone da quello dell'Isola dell'Elba che per tutti i caratteri rassomiglia ad alcuni di quei del Napoletano e della Sicilia) de' Serpentini: ed i così detti Gneis (di Sicilia, dell'Isola d'Elba, della Calabria ec.) per il solito altro non sono che modificazioni del Verrucano.

2. Che il più antico terreno della Toscana (e probabilmente di tutta Italia) è quello del Verrucano, ora in un modo ora nell'altro plutonizzato, sopra il qual terreno giacciono in stratificazion concordante il Lias appenninico, ed il Macigno: e che per conseguenza mancano fra noi i terreni al Verrucano inferiori, e fra gli altri i costituenti quello del *Carbon fossile*.

3. Che la concordanza di stratificazione presentata dai nostri terreni secondarj, dà luogo a credere che il loro deposito non fosse turbato da nessuna di quelle tante convulsioni dalle quali la scorza terrestre fu successivamente sconvolta.

4. Che le sopra indicate tre serie de' terreni secondarj non avendo fin adesso offerto in nessuna località avanzi d'animali o piante terrestri, malgrado le continue e numerose ricerche de' geologi, si ha gran ragione di credere che nell'epoca in cui si depositarono, questa parte della superficie del Globo fosse coperta da un vastissimo e profondo mare.

5. Che l'antico mare, mentre deponevasi il Verrucano, e nel luogo ove deponevasi, non avesse abitatori; ma che nell'epoca della formazione del Lias e delle varie sorte di terreni del Macigno, lo abitassero gli animali delle *Ammoniti*, delle *Amiti*, delle *Ortocere*, *Pettini*, *Melonie*, *Nummuliti*, *Encriniti*, ec. e sul di lui fondo vegetassero il *Fucus Targionj*, *Fucus intricatus*, ec.

6. Che dopo la formazione dell'Arenaria Macigno, e dell'Alberese, una catastrofe di cui non se ne può determinare la causa, produsse in que'depositi secondarj de'sollevamenti, delli spacchi, e delle ripiegature: in generale nella direzione dal N. O. a S. E., catastrofe che diede esistenza all'Italia, facendo sorger fuori delle acque le montagne chiamate Appennini, sopra i cui fianchi si depositarono in seguito i terreni più recenti dai quali le pianure e colli Italiani ebbero origine.

7. Che emersa la catena Appenninica, da molti punti delle sue falde ed in qualche modo parallelamente al suo crine, sorsero le rocce serpentinose, cioè il *Praso-piro*, l'*Ofiolite*, l'*Eufotide* ec., rompendo e sollevando non solo i soprapposti strati secondarj, ma plutonizzandoli ancora fortemente, e formando così quelle amalgame o Galestri, distinti col nome di *Gabbri rossi*.

8. Che dopo il sollevamento de' terreni secondarj, e dopo la comparsa delle rocce serpentinose, dal *detritus* di tutte queste rocce e plutoniane e nettuniane, di quelle ancora conseguenza dell'azione delle prime sulle seconde, si formarono i materiali de' terreni terziarj, che successivamente si deposero in strati.

9. Che in vicinanza delle masse ofiolitiche ove i frammenti di queste rocce maggiormente abbondavano, e dove forse ancora seguitava ad agire l'influenza plutoniana che la comparsa delle masse ofiolitiche aveva eccitata, si deposero que' terreni terziarj, particolari per i materiali che li compongono e per lo stato delli strati da cui resultano, terreni da noi denominati *terziarj ofiolitici*.

10. Che il *terreno terziario subappenninico*, quel terreno composto dai mattajoni, dalle sabbie, dalle ghiaje ec., materie in generale provenienti dal *detritus* del terreno secondario che formava quasi tutto il fondo di quel mare, *detritus* in gran parte origi-

nato dall'azione ammosferica e delle meteore sulle porzioni emerse delli strati secondarj, e forse anche dallo stritolarsi di porzione di quelli strati per la forza impetuosa delle correnti marine, fu depositato dopo l'emersione de' terreni secondarj, e dopo la comparsa delle rocce serpentinose.

11. Che mentre si formavano i *terreni terziarj ofiolitici*, attorno alle masse serpentinose per l'azione combinata delle acque marine e delle masse serpentinose stesse di recente emerse, sopra i frammenti de' terreni secondarj fluitati dal mare, misti a frammenti delle stesse masse plutoniane, il *terreno terziario subappenninico* si deponeva nel rimanente fondo del mare: che è quanto dire doversi considerare il *terreno terziario ofiolitico* come una porzione del deposito dell'epoca del *terziario subappenninico*, variamente composto e modificato dalla presenza o prossimità delle masse serpentinose.

12. Che sembra probabile fosse conseguenza della catastrofe per la quale s'inalzarono li strati de' terreni secondarj, non solo l'essersi cangiata la profondità del mare, ma forse anche qualche poco la sua composizione chimica e la sua temperatura, e perciò cangiassero in gran parte gli esseri che in esso vivevano, ed in vece de' vegetabili, delle conchiglie bivalvi e politalamiche proprie ai terreni giurassici e cretacei, si popolasse quel mare di tutti gli animali e vegetabili, i di cui avanzi ritrovansi ne' terreni terziarj, cioè *Ostriche*, *Pettini*, *Arche*, *Perne*, *Terebratule*, *Pesci ossei*, *Cetacei*, ec.

13. Che i precedenti sollevamenti avendo d'altronde prodotta l'emersione delle montagne secondarie, e sopra di queste essendosi stabilita una vegetazione terrestre di piante dicotiledoni, quelle montagne potettero dar ricetto e pascolo ai quadrupedi od altri vertebrati che in quell'epoca popolavano l'Europa, cioè *Elefanti*, *Mastodonti*, *Rinoce-*

renti, Ippopotami, Antracoteri, Bovi giganteschi, Leoni, Orsi a zanne stiacciate, Jene, Castori, ec.

14. Che gli avanzi fossili di questi animali provengono da quei de' loro carcami che rimasero nelle grotte ove abitavano o nelli spacchi de' monti dove furono trasportati dalle acque: oppure che restarono racchiusi frallì strati della terra ammassatasi sul fondo de' paduli e laghi, strati alcuni de' quali si formarono lentamente e quietamente in conseguenza delle torbe trasportate dalle acque piovane durante i periodi di quiete di quell'epoca: altri tumultuariamente nelli sconvolgimenti prodotti dalle eruzioni e sollevamenti delle rocce plutoniane, che al termine di quell'epoca comparvero. Gli avanzi poi di questi stessi animali terrestri che i fiumi trascinavano nel mare, si deposèro frallì strati marini, insieme agli avanzi de' Testacei, Zoofiti ec., in quelli strati cioè che costituiscono le colline subappenniniche (1).

15. Che le injezioni ed espansioni granitiche, le quali ebbero luogo posteriormente al consolidamento delle masse serpentinose, probabilmente furono contemporanee, e forse anche una conseguenza della comparsa e sollevamento del Ferro che noi troviamo

(1) Riguardando in tale aspetto i terreni recenti della Toscana, il *Terreno ossifero del Val d'Arno superiore* da vari geologi considerato come appartenente al *Diluvium,* convien considerarlo come formatosi nell'epoca medesima de' terreni costituenti le colline del *Val d'Arno inferiore*, le Pisane, le Volterrane, le Senesi, vale a dire nell'epoca di tutti i nostri *terreni subappenninici*. Altra differenza adunque non esisterebbe fra queste due qualità di terreni, se non che i primi sarebbero stati il prodotto delle deposizioni di grandi laghi o ristagni di fiumi, e le seconde il resultato delle deposizioni di quel mare, ove sboccavano i fiumi provenienti dal terreno emerso sul quale quelli stessi laghi si trovavano. Ammettendo una simil teoria si spiega chiaramente il fenomeno tanto frequente nelle nostre colline terziarie di trovare ossa d'animali terrestri in mezzo a depositi marini, alcune volte ancora avendo aderenti sopra di esse conchiglie marine, come *Serpule, Balani, Ostriche,* ec.

adesso in masse o filoni, comparsa che fu contemporanea a quella de' minerali di Rame, Piombo argentifero, Zinco, ec. nell' interno de' terreni secondarj, terreni che da tali sostanze metalliche furono in molte maniere plutonizzati.

16. Che i calcari cavernosi con tutte le loro varietà brecciate, fetide, dolomitiche ec., diverse alterazioni del Verrucano in steaschisto e gneis, e la conversione delle argille schistose del Macigno in schisti lucenti ed in alcune specie di Diaspri, come pure le diverse qualità di Vake, rocce Anfiboliche ec., rocce tutte insomma prodotte dalla plutonizzazione di rocce nettuniane, debbano la loro esistenza all' espansione e complicata azione delle rocce Metalliche, o Granitiche.

17. Che nella stessa epoca, probabilmente per il calorico di quelle masse plutoniane e per l' influenza degli altri agenti da esse condotti o da esse messi in moto, si originarono, o cominciarono ad originarsi quei cambiamenti di stato o que' nuovi prodotti che trovansi ne' terreni terziarj in prossimità delle rocce plutoniane, vale a dire le marne indurate, i Gessi, gli Alabastri, i depositi di Zolfo, ed il Sal Gemma.

18. Che i vegetabili cresciuti sulle porzioni de' terreni secondarj state inalzate al di sopra le acque marine per causa de' varj movimenti sofferti dalla scorza terrestre, e dalle eruzioni ofiolitiche, sradicati e strascinati dalle acque che le nuove porzioni di terreno emerso levarono di posto, acque fluenti con impeto per ritrovare il livello, i detti vegetabili raccoltisi ed ammassatisi ne' seni di mare, o nelle gole de' monti, restarono poi ricoperti dalle terre e ghiaje sospinte sopra di essi dalle acque stesse. Così la congerie degli alberi delle boscaglie, e delle canne e gerbe de' paduli, rimanendo sommersa dalle acque, e sotterrata dalle torbe, o dalle arene e mote che le stesse

acque strascinarono nei cataclismi inevitabili a quei movimenti della terra e del mare, debbono aver dato origine ai depositi di Lignite che trovansi in Toscana, nel Genovesato ec., formati tutti da avanzi di piante dicotiledoni. Il calore che la terra in quell'epoca doveva avere per l'emersione delle rocce fuse, fa intender facilmente come seguisse la bituminizzazione di que' vegetabili.

19. Che queste stesse cause produssero la deposizione della parte superiore di quel terreno da noi chiamato *Terziario ofiolitico*, ove abbondano frammenti di Serpentino, di Gabbro rosso, e delle altre rocce frutto delle plutonizzazioni serpentinose, miste tutte con Ligniti ed altri avanzi di dicotiledoni.

20. Che la formazione de' filoni cupriferi e calcedoniosi ebbe luogo dopo il consolidamento delle montagne serpentinose; e che forti motivi conducono a credere essere stati detti filoni il veicolo per cui sgorgarono nel circonvicino mare le acque minerali sature di sopracarbonato di calce. Acque che produssero le deposizioni più antiche di quel Calcare grossolano, di que' Tufi arenacei e della Panchina, dalle quali è coperta gran parte de' monti serpentinosi e de' terreni terziarj, giacchè si è provato essere state originate da cemento non somministrato dalle acque del mare, ma da sorgenti terrestri. Ed essendosi vista che la loro origine si connette con i fenomeni plutoniani, si è dato a que' depositi il nome di *Pluto-nettuniani*.

21. Che non solo deve considerarsi l'epoca delle eruzioni metalliche, rocce quarzose e granitiche ec. come posteriore alle eruzioni serpentinose, ma ancora alla deposizione de' terreni terziarj, perciò forse contemporanea al sollevamento della gran catena delle Alpi.

22. Che posteriormente alla formazione de' filoni cupriferi, dopo la deposizione de' primi depositi

Pluto-nettuniani, le masse serpentinose ed i terreni ad esse connessi, soffersero un altro movimento al quale sembraci si debbano attribuire le grandi divisioni o spaccature delle stesse montagne serpentinose: e fu questo lo stesso movimento che levò di posto porzione delli strati de'depositi Pluto-nettuniani, sollevò e disordinò i terreni Terziarj ofiolitici, ed inalzò ancora una grande estensione de' terreni subappenninici.

23. Che una tal catastrofe sembra probabile coincidesse con lo sprofondamento d'una porzione della *Catena metallifera*, e perciò con l'apertura delle sue gole, con l'origine delle brecce ossifere, e forse anche con la comparsa del bacino del Mediterraneo.

24. Che siccome l' eruzione della *Selagite*, e delle *Trachiti* è stata posteriore alla deposizione de' terreni terziarj, è probabile sia stata essa, almeno in parte, causa della divisione delle montagne serpentinose, e dello sprofondamento di una porzione della catena metallifera.

25. Che le eruzioni delle *Lave basaltiche* di Bolsena e di Radicofani, delle *Pomici*, *Brecciole* e *Tufe vulcaniche* del Pitiglianese e del Romano, accaddero dopo la deposizione d'una porzione del terreno Pluto-nettuniano.

26. Finalmente che il suolo d'Italia non solo fu soggetto a cangiar di livello nell'epoca de' terreni secondarj, de' terziarj, e de' pluto-nettuniani, ma ancora posteriormente, ed anche nell'epoca attuale, ora relativamente al mare elevandosi, ora abbassandosi.

INDICE
DELLE MATERIE

PARTE SECONDA

DELLE ROCCE OFIOLITICHE
DELLA TOSCANA

E

DELLE MASSE METALLICHE

IN ESSE CONTENUTE

Memoria inserita in varj Numeri

DEL NUOVO GIORNALE DE' LETTERATI

Ann. 1838-39.

DELLA SERPENTINA DELLA TOSCANA

Non sono molti anni che le Rocce serpentinose han risvegliato l' interesse de' naturalisti, e che essendosi cominciato a studiarle con qualche attenzione, si è fatta palese la loro natura, e l' importanza loro nella serie de' materiali che costituiscono la scorza del nostro globo.

Werner, Breislack, Brocchi, Cortesi, Viviani, le posero fralle rocce più antiche, cioè o fralle primitive, o fra quelle di transizione. Lo stesso De-Buch nel suo Viaggio in Norvegia, e nella sua Memoria sul Gabbro, considera la Serpentina come una roccia primitiva, benchè delle più recenti fra queste, riguardandola come inferiore allo Schisto argilloso.

Il solo Ferber, molto anteriormente ai sopra citati naturalisti (nel 1772), riconobbe la vera giacitura della Serpentina, dichiarando che i Gabbri dell' Impruneta, presso Firenze, riposano sopra un calcare grigio compatto. Il nostro Conte Marzari, geologo il cui genio straordinario oltrepassando i comuni limiti della scienza, conobbe e notò interessantissimi fatti che dapprima non curati, o poco o punto conosciuti, han dato in seguito origine alle moderne luminose teorie, pubblicò fino dal 1820

d'aver rinvenuto nella valle del *Lcvis* un granito che passa alla Serpentina, soprapposto ad un banco di calcare saccaroide; e di più fra *Predazzo* e *Forno*, un' iniezione serpentinosa nel calcare alpino.

Finalmente Alessandro Brongniart, dopo avere anch'esso visitata l'Italia, terra che essendo più giovane delle settentrionali, e portando in conseguenza impronte assai fresche di quelle rivoluzioni da cui fu originata, meglio d'ogni altra svela i fenomeni geologici, pubblicò nel 1821 una Memoria sulla giacitura delle *Ofioliti* negli Appennini, ove prova che queste rocce son d'epoca più recente di quella dei terreni secondarj delle montagne appenniniche. Ed essendo un tale scritto disteso con la chiarezza propria a questo naturalista, appoggiato dalla sua scienza ed erudizione, e sparso e fatto conoscere in Europa dalla di lui celebrità, cangiò ben presto l'opinione circa alla natura ed origine della Serpentina, di modo che dopo quel tempo da tutti i geologi, ed in tutti i luoghi, una tal roccia studiandosi, venne sempre più a consolidarsi la scoperta del Brongniart, del Marzari, del Ferber.

Con tutto ciò siamo ancor molto lontani dall'avere una cognizione sufficiente delle rocce serpentinose, o come le chiama Brongniart *ofiolitiche*, quantunque in questi ultimi tempi la loro scienza sia stata molto aumentata dalle interessanti osservazioni sopra di esse fatte nella *Morea* dal Virlet e Boblay, durante la spedizione francese, da quelle del Dufrenoy fatte nel mezzogiorno della Francia, da quelle del Marchese Lorenzo Pareto, sopra le masse serpentinose della Liguria, e dal Buè nell'Europa orientale.

Studiando io la geologia della Toscana, paese che abbonda in Serpentina quasi quanto la prossima *Liguria*, e di più trovandovisi la Serpentina in tali situazioni e combinazioni con le altre Rocce plutoniane, da offrire fatti di grande interesse, mi son cre-

duto in obbligo di fare anch' io conoscere agli altri naturalisti il resultato fino adesso ottenuto dalle proprie osservazioni. Ed a farlo mi ha stimolato ancora l'importanza che questi terreni vanno ogni giorno più acquistando, relativamente all'industria patria, per le moltiplici escavazioni di Rame che vi sono state intraprese.

CAPITOLO I.

DISPOSIZIONE GEOGRAFICA DELLE VARIE MASSE SERPENTINOSE TOSCANE.

La Liguria orientale e la Toscana, può dirsi che siano la sede delle Rocce serpentinose. Si trovano delle Serpentine in altre parti dell'Europa, tanto settentrionale, che occidentale, ma sembra che ad altre specie e ad altre epoche appartengano. La Grecia però ne contiene delle simili alle nostre, e pare che lo stesso sia vero ancora per la Dalmazia, e la Turchia Europea.

Le masse serpentinose della Toscana son disposte con un certo tal quale ordine, concordante con la direzione della catena dell'Appennino che divide la Toscana dalla Lombardia, o con le principali vallate di questa serie di montagne, o di quelle che da essa dipendono. Possono tali masse distinguersi in quattro serie, le quali generalmente parlando vanno da N. O. a S. E.

Per prima di queste serie noi accenneremo quella situata sul pendìo Lombardo dell'Appennino: ed a questa appartengono i Gabbri del Modanese del distretto di *Castel Nuovo*, i quali seguitando in varj punti nel Bolognese, ricompariscono sul Toscano al *Sasso di Castro*, a *M. Beni*, alla *Maltesca* (1).

La seconda serie trovasi immediatamente al di quà del declive meridionale della costola appenninica, e

(1) Quest'ultima località non la conosco se non per quanto ne dice il Repetti nel *Dizionario fisico-storico* ec. T. 1. p. 97.

comparisce sovente anche nel mezzo delle profonde vallate chiuse dalle alte cime dell'Appennino stesso, o fra queste e la *Catena metallifera*. La prima porzione toscana della serie in questione (1), l'ho veduta nel Pontremolese, nella *Valle di Zeri*, fra i villaggi di *Noce*, *Collereta* e *Patigno*, e costituisce il così detto *Monte Gretta*, che sta quasi nel mezzo di detta valle, cinto da eminenze di Macigno ed Alberese, fralle quali signoreggia il *Monte Gottero*. Altra porzione è lungo la strada regia della *Cisa*, che da Pontremoli va a Parma, non lungi da *Groppoli*. Più all'E. sul corso del fiume *Magra*, varie prominenze vi se ne trovano, come a *Lusòlo*, all' *Aulla*, a *Bibola*. Nella prossima valle del *Rosaro*, fiume tributario della Magra, e che ha le sue sorgenti sotto le alte pendici di *Camporaghena* e di *Mommio*, nuovamente comparisce la Serpentina fra *Fivizzano* e *Cirignano*. Seguendo l'accennata direzione S. E., penetrando nella *Garfagnana*, ritrovasi la stessa roccia lungo il fiume Serchio, a *Piazza* e *Camporgiano*, località delle quali diede un giusto ed elegante prospetto il Repetti, nel suo Dizionario fisico-storico (2).

Dopo la Serpentina della Garfagnana le altre masse della stessa serie son situate a grandi distanze, ed io citerò solo, come a me cognite, quelle di *M. Ferrato* fra Prato e Pistoja, e di *Bacchereto* sul lato orientale del *Bisenzio*, stata fatta conoscere dal Conte Girolamo Bardi negli Annali del Museo Imperiale di Firenze (T. 2. pubblicato nel 1810, a pag. 192); di *M. Calvo* ed *Erbaja* nel Mugello, non lungi da *Scarperia;* la grandiosa massa dell'*Impruneta* fra *Firenze* e *S. Casciano;* ed in fine il gruppo de' colli ofiolitici che nella direzione di N. O. si dirigono da

(1) Vedi la mia precedente memoria *Su i Terreni stratificati*.
(2) Tomo I. pag. 436.

M. Auto ed *Anghiari*, verso *Viamaggio*, sul dorso settentrionale dell'*Alpe della Luna* (1).

La terza serie è fra quelle del continente la più prossima al mare: sta in vicinanza della catena metallifera, ed è la più ricca di monti serpentinosi. Essa incomincia da *M. Nero* presso *Livorno*, ed avendo maggiore o minore ampiezza, continua in linea retta fin verso *Acquapendente*, nel Romano.

Nella quarta ed ultima serie son comprese le Serpentine delle Isole Toscane, cioè quelle della *Gorgona*, dell'*Elba*, del *Giglio*, del *Promontorio Argentale*, che sono accompagnate sovente da Schisti lucenti e steaschistosi, e da imponenti masse granitiche.

Le Serpentine della terza serie, le quali formano particolarmente il soggetto di questa Memoria, per essere le meglio da me conosciute, sono ancora le più estese, e quelle che trovansi in situazioni più interessanti rapporto ai terreni circonvicini, ed alle altre Rocce plutoniane, con le quali si connettono. A questa stessa serie io referisco tutte le Serpentine della *Riviera di Levante* nella Liguria; come del *Bracco*, della *Rocchetta*, di *Levanto ec.* Le masse serpentinose Toscane si connettono con quelle mediante la gran mole di Gabbro la quale forma i monti che dall'*Antignano*, presso *Livorno*, terminano al fiume *Fine* di là da *Rosignano*; monti che bagnati dal mare ad occidente, a settentrione e ad oriente han le falde coperte o da rocce del terreno del macigno, o nascoste sotto le marne e tufi terziarj. A queste seguono poi le masse serpentinose poste ne'monti del *Colle Montanino*, di *S.ª Luce, Monte Vaso, Castellina*, e *Riparbella*, masse tutte disposte in una stessa linea, diretta dal Nord al Sud. A levante della descritta catena, e precisamente in faccia a *M. Vaso*, al di là del

(1) Repetti ibid. Vol. 1. pag. 97.

torrente *Sterza*, una diramazione ve ne è, la quale incominciando dopo l'antico *Castel di Pietra fitta*, edificato sopra il calcare del Macigno, giunge fino a *Monte Catini di Val di Cecina*, paese che riposa su d' un colle di *Selagite*. In questa diramazione è compreso *Miemmo*, celebre per la *Miemmite*, minerale anch'esso dipendente dalle masse di Gabbro, che abbondano nelle vicinanze del paese di tal nome. Il colle serpentinoso d' *Orciatico* è egli pure accompagnato dalla Selagite, come quegli prossimi a *M. Catini*, cioè *M. Massi* e *Poggio alla Croce*. In quest'ultimo monte la Serpentina è nascosta sotto il *Gabbro rosso*, cioè sotto il terreno del Macigno dalle Rocce ofiolitiche plutonizzato.

Seguendo a levante la direzione che abbiamo indicata, al di là del fiume *Era* trovansi le masse Gabbrose di *S. Vivaldo*, e della *Nera* sotto Volterra.

Dalla parte meridionale della *Cecina*, fra il torrente *Trossa*, e la *Sterza di Guardistallo*, incontrasi un altro gruppo di prominenze di Serpentina, che al solito sorgono di sotto alli strati calcarei del Macigno, o ai terreni terziarj, e formano il monte di *Querceto*, di *M. Rufoli*, di *Micciano*, di *Libbiano*, ed avanzandosi maggiormente all'E. compariscono ancora nella Valle della *Cornia*, nelle vicinanze di *Serrazzano*, e della *Badia* di *Monte Verdi*. Al di là della *Trossa*, ad oriente delle località quì sopra accennate, si trova un altro gruppo formato dal poggio di *S. Michele*, dallo scoglio di *M. Cerboli*, e dalle due montagne di *Rocca Silana*, e *M. Castelli*, fra loro divise dal torrente *Pavone*. La falda settentrionale del penultimo di questi due monti connettesi con i serpentini di *Berignone*, dai quali è solo separato dal fiume *Cecina*.

Da questo punto in poi son più rari i Gabbri nell'accennata direzione: piccole masse se ne incontrano fra *Travale* e *Chiusdino*, e sul torrente *Farma* alla ba-

se settentrionale dell' alto monte trachitico di *Sasso Forte*, al di là del quale sta poi la massa serpentinosa di *Rocca Tederighi*, ove furono ultimamente riaperte delle escavazioni di Rame. Indi ricomparisce la nostra roccia sul fiume *Merse*, non lungi da *Pari*, presso il così detto *Bugatto:* ed in fine trovansene altre masse sul lato S. E. della montagna di *Santa Fiora*.

CAPITOLO II.

ASPETTO E FORMA DELLE MASSE SERPENTINOSE, E LORO COMPOSIZIONE MINERALOGICA.

I monti di Gabbro della Toscana son di mediocre elevazione, considerandone bensì l'altezza solo dal luogo ove scaturiscono di mezzo ai terreni nettuniani, giacchè alcuni per loro stessi poco considerabili, essendo situati sopra alte montagne, apparirebbero elevatissimi, se nell'altezza loro si calcolasse ancor quella del sottoposto monte (1).

Siccome la forma di questa qualità di montagne è ordinariamente tondeggiante, siccome han superficie aspra di scogli, ed hanno un colore scuro o nerastro, facilmente ancora da lontano si riconoscono. Non di rado sono sterili, ma il più delle volte son vestiti da cespugli e macchioni di Sondri, Mortelle, Ginepri e Lillatri, ed allora offrono i Gabbreti soggiorno gradito a Lepri e Pernici. I Lecci sono gli alberi che meglio vi prosperano, di modo che frequentemente bellissime boscaglie li ricuoprono, come son quelle per esempio di *Monte Rufoli* nel Volterrano.

(1) Il *Sasso di Castro*, alto scoglio o pizza di Gabbro, posta sul pendìo N. E. dell'Appennino, ha la sua sommità elevata dal livello del mare 2157 braccia; ma la maggior parte di questa altezza è dovuta al sottoposto macigno, e calcare alberese, che forma l'Appennino. Le montagne più elevate di Serpentina, e che hanno la loro base scoperta nelle sottoposte valli son le seguenti:

Rocca a Silano, elevata sul livello del mare	B.ª	934.
Monte Ferrato	»	704.
Impruneta.	»	575.

Quantunque, per il solito, più di frequente si trovino sopra questa sorta di monti alberi sempre verdi, pure qualche volta, quando cioè son vestiti da un sufficiente strato di terra vegetabile, vi allignano bene ancora gli alberi a foglie caduche: in fatti il monte serpentinoso che sta imminente a *Miemmo*, è coperto da un bellissimo bosco di Faggi, ed in alcuni luoghi ancor di Castagni.

I rammentati monti di Gabbro non sono d' una medesima natura fino alle loro falde, ma d'ordinario son cinti nella parte inferiore, o da uno o dall' altro lato, da un involucro più o meno amplo, e che più o meno s'estende verso la cima, formato da terreni stratificati, ed ordinariamente da strati rotti e sconnessi d'alberese, o calcare del Macigno, come rimarcò ancora Giovanni Targioni ne' suoi Viaggi (1). Da ciò proviene la varia vegetazione, ed il vario aspetto di tali monti, nelle loro diverse regioni.

Nessuna disposizione, o struttura stratiforme presentano i monti ofiolitici, e perciò le rocce che li formano pongonsi fralle così dette massicce, benchè non abbiano una perfetta compattezza, ed anzi infiniti spacchi e fessure dividano la loro sostanza.

Queste interruzioni di contiguità variano d'aspetto, secondo che s' osservano nelle parti di que' monti formate d'una o d' un'altra specie di pietra ofiolitica: giacchè quantunque comunemente si denominino monti di Serpentina, pure non son mai dal solo Gabbro o Serpentina costituiti, che anzi il più delle volte la vera Serpentina forma solo la porzione minore delle montagne stesse, e le Dioriti, le Ofiti, e non di rado le Eufotidi, ne formano la porzione maggiore.

Oltre a questi quattro principali materiali, molte altre specie di minerali sono a quelli subordinati, o mescolati, come per esempio la Steatite, il Talco, e

(1) Tom. II. pag. 433.

l' Asbesto, la Magnesite, i Calcedonj, le Opali, la Miemmite, minerali di Rame, ec.

Tutti i materiali che costituiscono i terreni serpentinosi della Toscana, o che a questi si annettono, considerandoli geologicamente, secondo la mia maniera di vedere possono dividersi nel modo seguente, distinguendoli in cinque categorie.

Nella prima, che denominerò delle *Rocce Ofiolitiche*, ripongo quelle le quali essenzialmente formano le masse ofiolitiche, e che sono

1. La *Diorite*, o *Grunstein*.
2. L'*Ofite*, o *Prasopiro*.
3. La *Serpentina*, o *Ofiolite*.
4. L'*Eufotide*, o *Granitone*.
5. La *Sienite*, e *Pirossenite*.

Nella seconda categoria pongo quelle Rocce modificate, le quali ebbero origine dall'azione delle ofiolitiche sulle nettuniane che incontrarono nel loro passaggio, sorgendo dalle viscere della terra, in conseguenza cioè non solo dell'alto grado di calore, ma ancora delle forze elettro-chimiche, dell'acque caldissime, degli acidi, delle emanazioni metalliche ec. Pongo adunque in questa categoria le Rocce nettuniane plutonizzate dalle serpentinose, vale a dire tutte le varietà di *Galestro*, di *Gabbro rosso*, i *Diaspri*, ec. Questa categoria l'indicherò col nome di *Rocce Nettuniane ofiolitizzate*.

Nella terza categoria riunisco le *Amalgame ofiolitiche*, cioè le pietre che debbono la loro produzione alla mescolanza e compenetrazione delle Rocce ofiolitiche e delle nettuniane: e questa si compone di quasi tutti i conglomerati calcareo-serpentinosi, delle *Polzevere*, del *Verde antico*, ec.

La quarta categoria è quella de' *Filoni ofiolitici*, ed è formata da que' minerali, e rocce, che essendo comparse dopo il consolidamento delle masse serpentinose, ne riempiono gli spacchi, formandovi de' filoni

di varia grossezza, di varia struttura, e di varia natura. Nella presente categoria classo i Graniti proprj alle Serpentine dell'Isola dell'Elba, la *Miemmite*, l'*Opale*, il *Casciolongo*, i *Calcedonj*, la *Magnesite*, la *Steatite*, l'*Asbesto*, i filoni cupriferi ec.

Ed in fine riunisco in una quinta categoria quelle formazioni nettuniane o di rocce stratificate, spesso racchiudenti avanzi organici, tanto animali che vegetabili le quali per la loro costante esistenza presso alle rocce serpentinose, e per essere in parte formate da frammenti di queste, abbiamo potente ragione di credere che con le Serpentine sieno connesse, e forse ad esse debbano la loro formazione. Questa categoria comprende i terreni da noi chiamati *Pluto-nettuniani*, e *Terziarj ofiolitici*, dei quali si è a sufficienza parlato nella Memoria precedentemente a questa pubblicata.

Non è mia intenzione di descrivere dettagliatamente tutte le varie sorte di rocce e minerali compresi nelle cinque enunziate categorie, e di formare così una completa *monografia* de' terreni serpentinosi Toscani. Per fare un tal lavoro, che certamente sarebbe nuovo, ed anche molto utile all'avanzamento della nostra Geognosia, non solo vi occorrerebbe una cognizione più estesa e generale di quella che ho dei terreni ofiolitici della Toscana, e delle altre parti d'Italia, ma converrebbe poi essenzialmente avere, mediante accurate analisi chimiche, o almeno giudiziosi ed esatti saggi, determinata con precisione la natura di tutte le nominate rocce, e specie minerali, che in detti terreni s'incontrano. Ora le circostanze mie non avendomi permesso di far tutto ciò, ad altro non posso pretendere che a dare un semplice cenno della natura de' terreni serpentinosi Toscani, e far conoscere i più interessanti fenomeni che li accompagnano. Questo è appunto quanto mi propongo nella presente Memoria.

CAPITOLO III.

DELLE ROCCE OFIOLITICHE.

Non parlando de' caratteri chimici, come troppo variabili in questa sorta di rocce, ed anche mal conosciuti, e solo attenendomi agli empirici, quello fra questi il più apparente per distinguere le *Rocce ofiolitiche* o *serpentinose* dalle nettuniane plutonizzate, che quasi sempre fra noi le accompagnano, consiste nel color verde cupo delle ofiolitiche, rosso fegatoso o paonazzognolo delle altre. Oltre a ciò un accurato esame geologico conduce sempre a riscontrare, riguardo a queste ultime, cioè alle nettuniane plutonizzate, la loro immediata connessione con le nettuniane inalterate, il che non segue giammai, e non può seguire per le vere ofiolitiche, le quali nel modo stesso di tutte le altre rocce di trabocco, sorsero dalle viscere della terra.

Come già ho accennato, nessuna di quelle masse ofiolitiche che formano in Italia monti o colline, resulta da una sola ed omogenea sorta di roccia: ma sempre, oltre a molte di quelle specie minerali che in seguito enumereremo, vi si trova la *Serpentina* propriamente detta, unita alla *Serpentina diallagica*, all'*Eufotide*, alla *Diorite granulare*, all'*Ofite*, e ad una specie di *Sienite*, e *Pirossenite*.

Non è costante il modo d'unione di queste rocce, ed ora predomina l'una, ora predomina l'altra: or questa è meglio caratterizzata, or quella: cosicchè fino al presente, per tali rapporti, niente di certo e

di generale si può dire, come vedremo in appresso, successivamente e separatamente studiandole.

DELLA DIORITE O GRUNSTEIN.

Distinguo con questo nome le rocce delle nostre masse ofiolitiche, le quali hanno un colore omogeneo verdastro tendente al nero, son aspre al tatto, dure e tenaci sotto i colpi del martello, ora più ora meno scintillanti con l'acciarino, ma bensì sempre debolmente: che sono di frattura squamosa angolata, e che sottoposte all'azione del tubo ferruminatorio si fondono in smalto nero, o biancastro macchiato di nero. Osservandole con una lente si scorge che resultano dalla riunione di cristalletti di forma per lo più non determinabile, alcune volte aciculari, altre graniformi, ora traslucidi, ora nerastri; la grossezza di questi cristalletti varia, giacchè alcune di tali rocce si trovano avere una grana minutissima, ed altre una grana molto più grossolana, nella quale la struttura cristallina si distingue.

La moltiplicità degli aspetti che prendono fra noi le rocce di cui ora parliamo, i passaggi insensibili che esistono fra le une e le altre, e la connessione perfetta di esse con le rocce indubitatamente serpentinose, rese a me molto difficile il decidere se esse dovessero realmente considerarsi come Dioriti, oppure se dovessero riporsi nella categoria di qualcun'altra roccia conosciuta, o in fine se appartenessero a qualche specie non per anche determinata.

Essendo noto dalle osservazioni del Dufrenoy (1), che spesso trovansi ne' Pirenei le *Lherzoliti*, o rocce pirosseniche unite alle Ofiti, come appunto alle Ofiti

(1) *Annales des Sciences Naturelles* Tom. 27. pag. 171.

trovansi in Toscana unite le rocce in questione, credei si potessero considerare anche queste rocce come *Lherzoliti*, anzichè come Dioriti. Ma il non trovar giammai in esse la vera struttura cristallina del Pirosseno, nè altri de' distintivi caratteri d'un tal minerale, mi distolse da questo ravvicinamento. D'altronde siccome l'Anfibolo, uno de' componenti essenziali delle Dioriti, s'incontra frequentemente nelle rocce connesse a quelle Toscane di cui si tratta (1), e siccome i cristalletti che le compongono, ove son visibili, somiglian più all'Anfibolo che a qualunque altra specie di minerale, tanto per l'aspetto che per la durezza e fusibilità, credetti fosse d'ogni altro partito il migliore quello da me adottato, cioè di considerare queste rocce dubbie come Dioriti (2).

In questa idea fui poi ancora confermato dal sapere che fra noi le rocce in questione passano quasi sempre all'Ofite, giacchè le Ofiti altro non sono che Dioriti, nelle quali il Feldispato si presenta in cristalli cospicui.

Come in seguito vedremo, varj naturalisti di molta scienza avevano digià riposto fralle Dioriti o Grunstein, le rocce di cui ci occupiamo. E se io non credessi fosse indispensabile all'esattezza, perfezione ed utilità delle ricerche geologiche, ed in specie per quelle d'Italia, doversi queste basare sol-

(1) Secondo le recenti idee mineralogiche, anche l'Asbesto considerasi come una varietà d'Anfibolo (*Beudant Traité élémentaire de minéralogie Tom. II. pag.* 239. *deuxième édit.* Paris 1832). Trovandosi questo minerale tanto abbondante nelle masse ofiolitiche Toscane, presenta egli una nuova prova a questa mia supposizione.

(2) Per la nomenclatura e caratteri delle rocce, ho seguito il sistema del Brongniart: in conseguenza io considero la Diorite composta essenzialmente d'Anfibolo Orneblenda e Feldispato compatto, all'incirca uniti in eguali proporzioni. *Brongn. Classation et caractères minéralogiques des Roches homogènes et hetérogènes*. Paris 1827.

tanto sopra le proprie osservazioni, e sopra la propria esperienza, la loro opinione sarebbe certamente bastata per togliermi da ogni incertezza; ed il far conoscere quest'opinione, l'avrei creduto per i miei lettori argomento di tal peso, da dispensarmi di riportare i sopra esposti miei raziocinii. Ma la pratica avendomi mostrato, che volendo argomentare solo sopra quanto fu detto dagli altri, senza darsi la pena di verificarlo, o per l'imperfezione in cui era la scienza geologica ne' tempi passati, o qualche volta ancora per l'inesattezza degli osservatori, vi è spesso da cadere in gravi errori, e da confondere anzichè schiarire i varj soggetti di studio, ho creduto dovere esporre tutte le ragioni che mi guidarono nel determinare la natura delle nostre Rocce ofiolitiche di tatto aspro, a riguardarle cioè come Dioriti, fatto d'altronde molto importante, e che da alcuni geologi è ancora revocato in dubbio.

Le nostre Dioriti adunque hanno una struttura massiccia, che non di rado è divisa da spaccature piane, le quali intersecandosi fra loro danno alla massa una divisione basaltoide; carattere per il quale ben si distingue e facilmente dalla Serpentina che frequentemente, ed in specie nelle masse superficiali ha una struttura più o meno sferoidale.

In alcune località la Diorite è connessa per gradazioni insensibili con le masse serpentinose (*Isola dell'Elba, Rocca Tederighi*): in altre vedesi inalzarsi in Diche, ossieno grossissimi filoni, attraverso il terreno del macigno alterato, che sopra incombe alla roccia ofiolitica. Nel lato occidentale del *Poggio alle Croci* presso a *M. Catini di Val di Cecina*, sul *Botro della Macinaja*, vedesi una di queste Diche della larghezza di dodici a quattordici braccia, che inalzasi nel *Gabbro rosso*, di cui si forma quel poggio (1).

(1) Nelle figure 1, e 2 della Tavola I. le quali rappresentano

A *M. Vaso,* presso il *Molino del Botro alle Donne,* vi è pure una Dica la quale, come la precedente, inalzasi in mezzo al Galestro, ed al Gabbro rosso: e colà vedesi la Diorite che a poca distanza si converte in Prasopiro od Ofite.

La massa ofiolitica di *Rocca Tederighi,* che avremo luogo di citare molte volte, (vedi i tagli teoretici del monte di Rocca Tederighi rappresentati nella Tavola I. con le figure 6. e 7: la massa ofiolitica è indicata dal n.° 5.) si è sollevata framezzo al calcare e schisto del macigno, inalzando quella porzione di strati che gli restò al di sopra (ibid. in 4), e su i quali posteriormente traboccò una cospicua massa trachitica (ib. 6.). Quasi tutta la serie di strati della formazione del macigno che è superiore alla Serpentina (ib. in 4.), è convertita in *Gabbro rosso*, o almeno in Galestro: ed il *Fosso del Pesciolino* scorre in gran parte sulla linea di contatto della massa ofiolitica e del macigno modificato. Nella parte superiore di questa massa serpentinosa, escavandosi negli ultimi decorsi anni una galleria per estrarre il minerale di rame, fu incontrato un largo banco di Diorite, (ved. tav. II. fig. 7. c. c.) il quale sta fra il *Gabbro rosso* e la Serpentina (fig. 7. a. a.), e da quest'ultimo ne è separato da un filone cuprifero ripieno dalla terra bianca, matrice de' noccioli di minerale di rame: di modo che questo filone ha il muro di Gabbro, ed il tetto di Diorite.

In quanto al passaggio della Diorite alla Serpentina, ossia relativamente alla conversione dell'una nell'altra di queste Rocce, qualche cosa si è di già indicato su tal fenomeno con quel che per inciden-

due tagli teoretici d'una porzione de' poggi di M. Catini, sono indicati col num. 5. varie Diche e Filoni di Diorite e Serpentina diallagica, da cui il Gabbro rosso è traversato, quantunque non delle precise dimensioni, nè nella esatta situazione ove si trovano, il che sarebbe stato impossibile per la piccolezza del disegno.

za se ne è detto quì addietro, e ne dovremo parlare in seguito di nuovo; intanto per comprovarlo maggiormente, citerò alcune località dell'Isola dell'Elba da me conosciute, ove molto chiaramente s'osserva.

In quest'Isola, generalmente parlando, le masse ofiolitiche son più abbondanti di rocce dioritiche, che di vera Serpentina. Queste Dioriti hanno bensì per il solito una grana più grossolana, una durezza minore, ed un color che tende più al giallastro, di quel che abbiano le Dioriti del continente Toscano.

Il monticello su cui è fabbricato il *Forte Stella*, e per conseguenza una parte della città di *Porto Ferrajo*, resulta quasi intieramente da rocce ofiolitiche. Sotto il bastione *S. Giuseppe*, dal lato del mare, la Diorite vedesi in masse irregolari, che son traversate da rilegature di Serpentina: e sotto il *Bastione de' Molini* s'osserva una massa di questa roccia, che passa nell'altra.

La montagna del *Volterrajo* è formata al suo lato occidentale da strati calcarei e d'argilla schistosa del macigno (1), convertiti in gran parte in *Galestro* o *in Gabbro rosso* dalla massa ofiolitica su cui riposa, e che si mostra a nudo sul fianco orientale di quella montagna, ove è fabbricato il paesetto di *Rio Alto*. Ora seguendo la strada che da *Porto Ferrajo* conduce a *Rio*, traversando il golfo, tostochè si è passata quella porzione di montagna formata dal calcare alterato, e che è quella a cui è imminente l'antico fortilizio detto del *Volterrajo*, dal quale la montagna stessa prende il nome, s'incontrano varie masse di Dioriti, e Serpentina, che passano l'una nell'altra. La Serpentina è in masse più o meno sfe-

(1) Nella Tavola annessa alla mia Memoria intitolata *Tagli geologici delle Alpi Apuane e del M. Pisano, e Cenno sull'Isola dell'Elba,* la figura 6 rappresenta il taglio trasversale del Ricse. Il M. Capanello, 2, che è una continuazione di quello del Volterrajo, mostra come quest'ultimo è formato.

roidali, venate da una Steatite color verde porro. La Diorite di quelle località ha una varia tessitura, alcune volte essendo granosa, altre cristallina, e una durezza ora maggiore, ora minore.

Presso alla *Madonna di Monserrato*, non lungi da *Lungone*, al *Capo ai Pini*, alla *Punta di Margidone*, sulla costa meridionale dell'Isola, e fra *S. Ilario*, ed il *Bagno di Marciana*, sulla costa settentrionale, si repete il solito passaggio della Serpentina alle rocce dioritiche. Ed alla *Marina di Marciana*, la Diorite compatta è iniettata dal Granito, come la Serpentina lo è presso *S. Pietro in Campo*.

Oltre alle varie giaciture della Diorite fin quì indicate, un'altra ne debbo segnalare, cioè in pezzi staccati, e immersi nel mezzo della terra bianca che riempie i filoni cupriferi delle masse serpentinose, a *M. Catini*, ed a *Rocca Tederighi*. Ma di queste più a lungo ne tratterò parlando degli stessi filoni cupriferi.

Del resto l'esistenza delle Dioriti fra noi, e la loro connessione con le rocce serpentinose, come ho detto è già stata osservata da varj altri naturalisti. Il Prof. Giorgio Santi l'aveva veduta fino dal 1806 nella nostra Maremma presso *M. Massi*, non lungi da *Rocca Tederighi*, ove ancor io l'osservai, ed egli la descrisse chiaramente nei suoi Viaggi (1). Il Brocchi nella sua bellissima opera intitolata *Conchiologia Fossile subappennina* pubblicata nel 1814, dichiarò

(1) *Questo poggio,* egli dice, *è una grande e continua scogliera di Gabbro verdastro, che sebbene duro, pure agevolmente si sfalda. Ma in qualche lato, ove sonosi fatti scavi, si trova lo scoglio d'una durezza tale da resistere al ferro de' picconi, delli scarpelli, e alle mine ancora. Questa pietra durissima* (la quale è una Diorite, che passa all'Ofite come accertano i pezzi della medesima conservati nella collezione del Prof. Santi, da esso donata al Museo di Pisa) *resta coperta dal Gabbro, e non apparisce fuori; noi vedemmo poi che essa non è altro che un Serpentino siliceo*. Santi, Viaggi Tom. 3. pag. 102.

chè il vero Grunstein accompagna in Toscana le rocce magnesiache (1), e ne cita esempj a *Lornano*, ed a *Bell' Aria*, nel Senese. Il Prof. Viviani, sette anni prima, aveva fatto conoscere non solo l'esistenza di rocce anfiboliche presso le masse serpentinose, ma ancora la collegazione delle une con le altre nella Liguria orientale, e particolarmente nel monte *Dragnon* (2).

Lyell osservò l'unione di queste due rocce in Scozia (3). È stata veduta nel paese di Cornovaglia presso al *Capo Lizard* (4). Ami Buè ha ultimamente trovate nell' Albania unite insieme le Dioriti, Eufotide e Serpentine, offrendo inoltre tutte le varietà compatte lamellose sienitiche, come le Ofiti de' Pirenei (5). E riguardo all'Italia, accenna La Bèche nel suo Manuale, di aver riscontrato presso *Levanto*, nella *Riviera di Levante in Liguria*, un passaggio fra i Serpentini e rocce di carattere Trappico (6).

In conseguenza riepilogando quanto d'essenziale in questo capitolo si contiene, diremo adunque che

(1) Tom. I. pag. 45, e 47.

(2) *Voyage dans les Apennins de la ci-devant Ligurie*. Gênes 1807, *pag*. 5. 7. Dans certains endroits, comme dessus le petit village de Debbio, on voit le passage de la Serpentine à l'Amphibole Hornblende schisteuse de Brongniart. On la reconnait à sa tenacité, et à la facultè de rebondir sous les coups du marteau. La cassure est terreuse: sa texture est ordinairement schisteuse: elle repand par l'insufflation un odeur argilleuse. Dans certain endroit il semble que l'Amphibole predomine sur l'Argille: alors, ces deux substances sont intimement melangées, la roche acquiert un luisant gras à sa surface, et sa cassure devient presque lamelleuse.

(3) *On retrouve encore ici* (cioè presso *West Balloch,* nel *Forfanshire*) *cette association si commune de la Serpentine avec du Grünstein.* De la Bèche, Manuel geologique. Paris 1833, pag. 597.

(4) Ibid. pag. 599.

(5) Ibid. pag. 597.

(6) *Bull. Soc. Géologique*. Tom. IX. pag. 138.

in Toscana la Serpentina collegasi con la Diorite, come in molti altri luoghi d'Europa, e che un tal fatto, a parer mio di grande importanza, era già stato da molti altri naturalisti conosciuto, quantunque fosse adesso dimenticato, o non valutato quanto si merita.

DELL' OFITE, O PRASOPIRO.

Una delle più belle e più dure pietre de'monumenti antichi è il *Porfido verde*, chiamato ancora *Ofite*, ed impropriamente *Serpentino*. Fino a questi ultimi tempi non se ne conosceva l'origine, benchè in generale si credesse proveniente dall'Egitto, o dall'Oriente. La Spedizione Francese in Morea ha schiarito questo punto di storia naturale, giacchè i signori Virlet, e Bobloye ne han ritrovate le sue cave in *Laconia*, presso *Crocea*, sulla strada fra *Sparta* e *Gesthium:* le quali cave sono a dir loro quelle stesse descritte da Pausania. Questa pietra, che nel paese è chiamata *Marmo del Borgo di Crocea*, la credono i sunnominati Geologi corrispondere al *Marmo Lacedemone* degli antichi: essi poi propongono di nominarla *Prasopiro*, onde sbrogliare la confusione prodotta fino ad ora dalla sua copiosa nomenclatura.

Diversi mineralogi e geologi avevano già fatta conoscere l'esistenza d'alcune specie d'Ofite di color bruno in varie parti d'Europa, senza però indicarne esattamente la giacitura. Fu fatta menzione per la prima volta dell'Ofite toscana dal nostro Giovanni Targioni (1). In seguito ne parlò il Santi nei

(1) *La quinta sorta di* GABBRO, dice il Targioni enumerando le varietà di questa pietra che trovansi in Toscana, (giacchè egli

suoi Viaggi (1); ma quantunque questi due naturalisti abbiano accennato per i primi la connessione di una tal roccia con la Serpentina, pure niuno di loro schiarì sufficientemente un tal fatto interessante. In una escursione geologica da me eseguita, son due anni, nelle nostre Maremme, ebbi la sorte di riscontrare in sito ancor io, ed in più località, la roccia stessa: e potendone così studiare la sua giacitura, mi convinsi che essa è con le masse serpentinose connessa, e di più che ne occupa ordinariamente la parte più interna e centrale.

Nella tenuta di *M. Vaso*, presso all'*Aja di Pela matti*, poco al di sopra del letto del *Botro delle Donne*, trovasi una massa di Ofiolite di color verde cupo, racchiudente Diallagio, ancor esso di color verde intenso: massa divisa in pezzi subsferici i quali son fra loro separati o da Asbesto, o da una specie

aveva conosciuto esser l'Ofite connessa all'Ofiolite, da lui sempre denominato Gabbro secondo il linguaggio Toscano), *è il* Serpentino *che veramente deve così chiamarsi, ma di durezza poco maggiore del Marmo, e perciò differente dal* Serpentino antico d'Egitto ..... *Ha il fondo di colore o cenerino, o nericcio, o piombato, seminato tutto di macchie rettangolari bianche, della stessa forma e grandezza di quelle del* Serpentino *antico, anzi che nel nostro ve ne sono ancora di quelle decussate in forma di croce ec.* Targioni, Viaggi tom. II, p. 439.

(1) Ecco quanto di più importante ne dice il Santi nel tom. III. de' suoi Viaggi alla pag. 105. « Scesi al *Fosso del Canale* (presso « Rocca Tederighi), e risalendo alquanto su per il suo alveo, « avemmo la soddisfazione di trovare scoperto e visibile il *Ser-* « *pentino siliceo* (ossia l'Ofite). Scoperto quì, s'estende per « il letto, e per le ripe del suddetto Fosso, e continua più su, « e più giù del luogo detto la *Fontana dell' Amore*, in grandis- « sime saldezze. Il suo impasto è di color verde brunissimo tutto « tempestato di cristalli di Felspato biancastri, prismatici, bislun- « ghi, e con qualche piccola e rara molecola di Mica nera, qual « pur s'osserva nel Serpentino antico. Egli è durissimo, capace « d'un superbo polimento, e d'una squisita bellezza. Rara e « preziosa materia sarebbe questa per tavole, per vasi, per ornati « d'architettura, per colonne ed obelischi, e per altri simili gran- « diosi lavori ec. ».

di Steatite color verde porro, divisa in granolini della grossezza de' semi di Tabacco o di Papavero. Un poco più in basso verso il botro, vedesi la sopra descritta Ofiolite divenire una Serpentina nera diallagica e più tenace; ed a poca distanza, nel fondo del botro stesso, trovasi convertita nella Diorite di cui ho quì addietro parlato. Calando per il medesimo Botro, fino al nuovo Molino, vedesi poi la Diorite passare ad un'Ofite d'impasto grigio verdastro, o verdastro cenerognolo, ripieno di cristalli bislunghi di Feldispato bianco grigio. La divisione della massa di quella roccia non è più curvilinea come quella della prossima Serpentina, ma a spacchi piani, così che venendo questi ad intercettare dei prismi, rammenta la divisione de' Basalti.

A *Rocca Tederighi* dal lato orientale presso il *Fosso del Pesciolino*, e dall' occidentale nel *Botro della macine,* trovansi grossi massi d'Ofite, ma d'una varietà più bella di quella di *Monte Vaso,* giacchè essa ha la pasta d'un color più allegro tendendo al verdastro, ed i cristalli di Feldispato che racchiude son più grandi, e più bianchi. Alcuni pezzi poi se ne trovano i quali contengono anche qualche cristallo d'un minerale similissimo al Diallagio per la frattura, splendore e colore, e che non esiterei a denominarlo assolutamente Diallagio, se non ne fosse un poco più duro. Risalendo il nominato *Fosso del Pesciolino,* verso la *Fonte dell' Amore,* cioè nella località stessa ove il Santi fece le sue osservazioni, trovai la Roccia ofiolitica in sito, e sulla ripa orientale del Fosso veddi inalzarsi a guisa d'un grosso filone o *Dika,* la stessa Ofite (Vedi Tav. II. fig. 6. a a), la quale attraversa li strati del Gabbro rosso (b b); in basso e dai lati, l'Ofite insensibilmente si confonde o passa alla Serpentina (c. c.). Un filone cuprifero, formato dalla terra bianca più volte indicata, sta fra il Gabbro rosso e la Serpentina da un lato, e dall'altro traversa la massa d' Ofite (d d).

Ancora nelle vicinanze di *Riparbella* ritrovasi l'Ofite della stessa qualità di quella di *Rocca Tederighi*. *Riparbella* è un piccolo paese posto presso il torrente *Rialdo*, che dopo un breve corso versa le sue acque nel Fiume *Cecina*, trascinando in questo gran quantità di ciottoli d'Ofite e di Serpentina, staccati dai colli e balze sulle quali, e presso delle quali egli scorre. Nasce questo torrente sul lato meridionale di quel gruppo di monti, sul cui lato settentrionale scorre il *Botro delle Donne*, ove, come addietro ho accennato, trovasi un'altra massa d'Ofite, che si connette con le Serpentine e Dioriti dell'*Aja di Pela matti*. In conseguenza di ciò io son d'opinione che debbano appartenere ad uno stesso gruppo o nocciolo, tanto l'Ofite del *Botro alle Donne*, quanto quella di *Riparbella*.

Presso *Riparbella* adunque ho osservati i soliti passaggi dell'Ofite alla Diorite, e da questa alla Serpentina, e con tal chiarezza, che quella sola località sarebbe bastante a provare non esser queste tre rocce, che particolari modificazioni dell'una o dell'altra.

L'esistenza della Ofite a *Rocca Tederighi* ed a *Riparbella*, e la connessione sua con il Gabbro, fu conosciuta ancora dal Brocchi e da esso indicata nella *Conchiologia Subappennina* ove chiaramente caratterizza le Ofiti stesse, le quali egli chiama *Grunstein porfirico*, dicendo che in quelle località son « contigue al Gabbro e raffigurano un Grunstein di fondo « bigio carico o nericcio, sparso di masse rettango- « lari di Feldispato bianco, e lamellare, e che in al- « tro non differisce che nel colore dal *Serpentino* « *verde d'Egitto* de' lapidarj, che come è noto è un « Grunstein porfirico » (1).

Dufrenoy ha già osservato ne' Pirenei, come ad-

(1) Brocchi loc. cit. pag. 47.

dietro esposi, la connessione dell'Ofite con la Lherzolite (1), ed ha emessa l'opinione che tali rocce sieno della medesima origine, e della stessa epoca. Ora noi non abbiamo nelle montagne serpentinose della Toscana, nessuna roccia che per i suoi caratteri perfettamente corrisponda alle pirosseniche dette Lherzoliti, se si eccettua quella dell'Impruneta che in appresso descriveremo: ma vi abbiamo bensì delle rocce anfiboliche, che con le Ofiti, le Dioriti, e con le Serpentine si collegano. Ho già detto trovarsi presso al *Botro delle Donne*, una specie di Diorite nella quale chiaramente appariscono cristalletti anfibolici. Nell'Isola dell'Elba, al *Capo Calamita,* vi è la stessa roccia connessa colla Serpentina: ed un fatto simile ritrovasi nella massa serpentinosa dell'*Impruneta*. Ora siccome secondo le osservazioni d'Heremberg, l'Anfibolo ed il Pirosseno non son che una stessa specie minerale, in vario modo cristallizzata per differenza di circostanze, potendosi considerare la roccia pirossenica detta Lherzolite, come corrispondente alle rocce anfiboliche delle masse serpentinose, ne resulterebbe che le Ofiti de' Pirenei, le quali son subordinate alle Lherzoliti, avrebbero una giacitura analoga alle Ofiti toscane, che son subordinate a rocce anfiboliche, (rappresentanti fra noi le pirosseniche), con la differenza però che in Toscana le rocce anfiboliche non son le dominanti, ma bensì le serpentinose, almeno ne' luoghi fin dove il nostro esame può estendersi.

(1) « Ce rapprochement des caractères exterieurs entre ces « deux roches, nous a faite naitre l'idée que la Lherzolite et « l'Ophite devoient être regardés comme des porphires de même « origine, et produits à la même epoque ». *De la relation des Ophites, des Gypses et des sources salées des Pyrenées, et l'epoque à la quelle remonte leur apparition: par M. Dufrenoy, ingénieur des mines*. Annales des Sciences Naturelles Tom. 27. pag. 177.

Una conferma di questa mia maniera di vedere relativamente alle Rocce serpentinose della Toscana, sembrami di trovarla nelle osservazioni fatte dal Virlet nella Grecia, e nell'Arcipelago. Egli distingue colà due sorta di *eruzioni serpentinose e diallagiche:* una nei terreni antichi, l'altra nel suolo secondario recente della Morea, e che corrisponde alle Dioriti dei Carpati, e de' Pirenei (1). Le nostre Serpentine son certamente di quelli della seconda categoria, accennata dal Virlet. Adunque se le Dioriti de' Pirenei, di cui egli parla, fan parte o si collegano con le Rocce pirosseniche esaminate dal Dufrenoy, noi siamo allora pienamente d'accordo.

DELLA SERPENTINA, O OFIOLITE.

La Roccia che i mineralogisti Tedeschi ed Italiani dicono *Serpentina,* è quella stessa stata dal Brongniart denominata *Ofiolite,* e che in Toscana chiamasi *Gabbro.* Il colore di questa pietra è ordinariamente un verde bottiglia, ora più allegro, ora più intenso: essa si graffia facilmente col ferro, ma non con l'unghia. La sua frattura è scabrosa, raramente scagliosa: è di tatto dolce e quasi saponaceo, in specie se è ridotta in polvere. Alitandovi tramanda odor d'argilla. Attrae più o meno l'ago magnetico, ma spesso trovansene delle varietà potentemente polarizzate (2).

È ben raro di trovare la Serpentina di pasta omogenea, cioè che non contenga cristalli o venature

(1) *Bulletin de la Société géologique de France.* Tom. V. pag. 364.

(2) Ecco come l'Hauy la definisce alla pag. 550. del T. IV. del suo Trattato di Mineralogia, ediz. 2.a « Talc stéatite opaque, « intimement mêlé de fer, ce qui, ordinairement le rend attirable: d'un couleur plus ou moins noirâtre, souvent tacheté ».

di sostanze eterogenee; e tutta quella della Toscana non solo è frequentemente traversata da vene di Asbesto, Bissolite, o Steatite, ma quasi sempre è aspersa per tutto di gruppi di cristalli di Diallagio: ed anzi è tale la costanza del Diallagio nella Serpentina, tale la somiglianza della loro composizione chimica, e spesso anche tale è l'impasto ed unione dell'una con l'altra, che alcuni naturalisti, alla testa dei quali fu il Brocchi, considerarono il Diallagio come una cristallizzazione della Serpentina stessa (1). Io non saprei citar nessuno esempio, tratto da località toscane da me conosciute, dove la Serpentina sia omogenea, cioè priva nel suo interno di qualunque altro minerale, quando non voglia considerarsi per tale quella varietà che incontrasi sul lato occidentale del poggio di *Monte Vaso*, varietà di color verde bottiglia, più molle dell'ordinaria Serpentina, ed anche più untuosa al tatto, e che non ha quasi nessuna azione sull'ago magnetico. Ma questi caratteri però, anzi che a considerare un simil minerale per Serpentina, c'inducono a riporlo fralle Steatiti.

Varia molto la Serpentina per l'intensità del colore, ed anche per le diverse gradazioni di verde e di giallo che incontransi in una medesima massa. Così nella Serpentina verde scura trovansene sovente delle porzioni che son gialle o giallo-verdastre, le quali con le verdi s'uniscono insensibilmente. Vi si trovano altre volte delle vene di color verde, ordinariamente moltissimo diramate, ed esse danno allora alla pietra un bell'aspetto, che la rende assai prege-

(1) « Comunque ciò sia » dice il Brocchi, dopo aver mostrata la connessione della Serpentina con l'Ofite, « non volendo d'av-
« vantaggio occuparmi di questo argomento, e attenendomi a
« cose più evidenti, dirò che il Diallagio altro in realtà non è se
« non che una modificazione della Serpentina, che ha acquista-
« to, in virtù della cristallizzazione, quella tessitura lamellare, e
« quel lustro metallico. *Brocchi loc. cit.* T. I. pag. 47.

vole per i lavori de'lapidarj. La direzione ed intralciamento di tali vene varia all'infinito, ed in conseguenza variano ancora le reticolature che esse formano: giacchè alcune volte le vene si uniscono ad angolo quasi retto, e producono delle maglie quadrate; altre volte son curvilinee, e formano maglie bislunghe, od ovate, ed anche quasi rotonde. Si trovano fra noi di tali qualità di Serpentina venata all'*Impruneta*, a *M. Castelli*, a *Rocca Silana*: nel Genovesato ne'monti di *Levanto*, ec. Giovanni Targioni che assai estesamente, e con molto criterio parlò delle varie specie di rocce che costituiscono le nostre masse ofiolitiche, fralle diverse varietà di Serpentina di cui egli fa menzione vi è ancora quella adesso descritta, ed è da lui chiamata *Granito dell' Impruneta* (1).

Ne' fianchi dei due sopra indicati monti di *Rocca Silana*, e *M. Castelli*, che formano la gola attraverso la quale passa il torrente *Pavone*, gola formatasi, secondo quanto in altra memoria ho esposto (2), dalla divisione d'un'unica massa ofiolitica, mi è accaduto d'osservare che la Serpentina macchiata di giallo, o di giallo biancastro, e quella venata, son sempre in vicinanza de' filoni steatitosi, e de'filoni cupriferi, come se essa avesse acquistata quella colorazione, e quella venatura dall'influenza esercitata sopra di lei dalle materie o dai fluidi che passarono per i filoni stessi. Ove la roccia ha il color giallo è priva di cristalli di Diallagio, è maggiormente untuosa al tatto, ma conserva sempre una forte azione sull'ago magnetico, ed in varj luoghi anche maggiore di quella che manifesta il circonvicino Gabbro scuro.

Oltre a cangiare il calore della Serpentina, cangia sovente ancora il colore del Diallagio che vi si rac-

(1) Targioni, Viaggi Tom. II. pag. 437.
(2) *Su i Terreni stratificati, ec.* pag. 3 e 4.

chiude. Quando la Serpentina è d'un verde intenso tendente al nero, anche il Diallagio è di questo colore, ma più forte e più nereggiante. Tale è la varietà più comune, ed è quella impiegata per gli ornamenti architettonici di molte delle nostre antiche chiese, sotto il nome di *Nero di Prato*, e che Targioni descrive come la prima delle specie di Gabbro (1). Trovasi essa nel *Monte Ferrato* verso Prato, all'*Impruneta*, a *M. Vaso*, a *M. Castelli*, ec. ed a questa varietà appartiene ancora il Gabbro polarizzato delle vicinanze di *Lungone*, nell'*Isola dell' Elba*.

Il Diallagio verde scuro incontrasi ancora dentro una pasta di Serpentina d'un verde chiaro, più o meno allegro: dai lapidarj Toscani si dà il nome a questa varietà di *Verde*, o *Serpentino di Prato*, giacchè essa pure scavasi dallo stesso *M. Ferrato*. Si adopra come l'altra per ornamenti di fabbriche, ma per quelli destinati a stare al coperto, giacchè con più facilità si degrada alle intemperie. È la seconda specie indicata da Targioni.

Altre volte la Serpentina essendo verde cupa, racchiude Diallagio verde glauco, e più chiaro ed acceso di essa. Questa pietra che è d'aspetto piuttosto vago, incontrasi in più luoghi, fra i quali citerò *M. Castelli*, dal lato del *Pavone*.

Oltre tutte queste, molte altre varietà e gradazioni di tinte presentano i cristalli del Diallagio, cosa stata già osservata ancora da Targioni, il quale però sempre indica il Diallagio col nome di Talco (2). E tralasciando di far menzione delle varietà intermedie, parlerò solo di quella offerta dal Gabbro

(1) Targ. loc. cit. pag. 434.
(2) « Variano molto queste massolette (di Talco) fra loro « nel colore: poichè dal bianco, passando per tutti i gradi del « verde, giungono fino al nero ». *Targ. loc. cit. pag.* 434.

che è presso alla *Torre di Rio* nell'Isola dell'Elba: quel Gabbro è di color verde cupo, ed il Diallagio che racchiude è bianco glauco, o bianco perlato.

Forma la Serpentina masse spesso di grande estensione, che si connettono, come già si è accennato, con la Diorite, e per conseguenza mediante questa al Prasopiro. Ma più frequente è poi il passaggio della Serpentina alla Eufotide, cosa già stata osservata da molti geologi. Anzi non conosco massa di Serpentina, in qualche parte della quale non trovisi l'Eufotide o feldispatica o steatitosa.

DELL' EUFOTIDE, O GRANITONE.

La differenza fra la Serpentina e l'Eufotide, benchè per lungo tempo restasse mal determinata, si credè poi lo fosse chiaramente dalle osservazioni di Saussure, di De Buch, di Brocchi, di Hauy, di Brongniart. Ed il Breislak nelle sue Istituzioni Geologiche, non solo espone con chiarezza le diversità che passano fra queste due rocce, ma fa ancora la storia della loro determinazione (1).

Nonostante tutto ciò, siamo adesso molto lontani dal conoscere esattamente non solo le varie specie di Serpentina e d'Eufotide, ma neppure i precisi limiti che distinguono fra loro queste rocce. Giacchè i principj su i quali vuolsi attualmente basare la mineralogia, avendo fatto rinascere il dubbio e l'oscurità nella cognizione delle stesse specie minerali, da cui quelle rocce si compongono, conseguentemente ancora le rocce stesse son di nuovo confuse, e mal determinabili.

Adesso si esige quasi per sola guida dell'Orittogno-

(1) Tom. I. pag. 420.

sia l'analisi chimica la più esatta e minuta: e siccome le distinzioni fatte dai sopra citati naturalisti, dalle quali fu sparsa tanta luce in questa parte di scienza, non fondavansi che sopra i caratteri esterni, fisici o geometrici, e sopra semplici saggi chimici, sopra quei caratteri cioè che adesso non son più giudicati sufficienti, poco, o punto caso si fa di quelle antiche distinzioni (1). Ora a me sembra che attenendoci solo alla strada voluta da alcuni moderni mineralogisti, debbasi temere fra poco una maggiore incertezza ed oscurità, non tanto per le specie di cui già esiste un'analisi, quanto ancora per quelle delle quali l'analisi si faranno in seguito: giacchè essendo queste analisi eseguite da un numero grande di chimici, e certamente con metodi sovente fra loro diversi del tutto, come si potrà esser certi dell' esattezza di esse? E siccome, di più, nella massima parte delle specie minerali non solo vi si trovano i loro essenziali componenti chimici, quelli

(1) Quanto il Beudant dice riguardo alla Serpentina, e che può applicarsi anche ad una gran quantità d' altre specie minerali, e rocce, prova la verità di questa mia asserzione. In conseguenza del modo con cui attualmente si vuole studiare la mineralogia, Beudant non considera per vere Serpentine che alcune poche qualità di pietre, nelle quali, per le analisi che se ne hanno, egli vi ritrovò le date proporzioni atomistiche de' principj, che si ammettono per la composizione della Serpentina stessa, dichiarando che facendo altrimenti « on perpetuera toutes les erreurs « dont fourmillent les ouvrages de minéralogie, car il suffit que « l'on soupçonne qu'une pierre compacte, tendre, est magné- « sienne, ou même qu'elle ait certains caractères empyriques qu' « il est impossible de definir, pour qu'on lui impose le nom de « Serpentine, comme il suffit qu'elle soit douce au toucher pour « qu'on en fasse un Talc ou une Steatite; on se donne même toute « latitude, en admettant des Serpentines dures, des Talcs ou des « Steatites endurcies, lieux communs de la vielle école, dans les- « quels on se jette encore pour ne pas se donner la peine d'étu- « dier avec plus de précision ». *Beudant Traité de Minéralogie 2.a édit.* Tom. II. pag. 202.

cioè dall'unione de' quali si originano le specie per le respettive attrazioni chimiche, ma vi si trovano anche molte altre sostanze, dirò così, estranee, mescolate, o frapposte alle molecole de' componenti essenziali, come si potrà, io dico, mediante la sola analisi, distinguere gli uni dagli altri di tali elementi? Sono ancor io persuaso che qualora si studj la composizione delle varie sostanze, per mezzo di analisi fatte tutte con uno stesso metodo, e sempre con la massima esattezza e scienza, qualora contemporaneamente si consulti la loro forma cristallina, e la loro struttura, non trascurando però mai le relazioni o connessioni geologiche, si potrà giungere col tempo ad ottenere la vera distinzione de' minerali. Ma cosa dovrà farsi adesso, che non essendo a tal punto per l'Orittognosia in nessun paese, neppure in quelli ne' quali con più ardore tale scienza si studia, molto meno lo siamo per quella d' Italia, ove è un numero assai scarso di persone che se ne occupano, ed anche da un minor tempo? Per progredire nelli studi dei fenomeni interessanti che nel nostro suolo s' incontrano, è giocoforza adunque seguitare i metodi della *vecchia scuola*, tanto biasimati, benchè spesso ingiustamente. Così facendo, le cognizioni geologiche che potran resultare da questi studi, serviranno poi di guida alle esatte ricerche dell'Orittognosia chimica, e questa allorquando avrà acquistata la necessaria estensione ed esattezza, illustrerà, e perfezionerà la nostra Geologia. Ciò premesso, spero sarò scusato se in questi scritti ho tenuto, e seguito a tenere il linguaggio delle scuole di Hauy e del Brongniart. Debbo ancora premettere, che siccome esistono fra noi molte specie minerali non per anche determinate e nuove, e che quantunque affini alle descritte e cognite, pure ne son diverse, mi è impossibile d'asserire che tutte quelle specie le quali alle conosciute io riporto, realmente ad esse appartengano.

Tornando adesso all' Eufotide, rammenterò che secondo Hauy essa resulta dall' unione del Feldispato compatto tenace (o *Albite*) con il Diallagio (1). Secondo il Brongniart (2) è l'Eufotide una roccia formata di Giada, o di Petroselce, o Feldispato compatto, racchiudente numerosi cristalli di Diallagio; e per Beudant una roccia resultante o d' Albite compatta, o da *Orthose* unita a Diallagio, spesso della specie denominata *Smeragdite* (3). Le differenze che passano fra queste diverse definizioni dipendono dall' essere stato dato ai minerali che formano la pasta racchiudente il Diallagio varj nomi, ed anche dal non esser questa pasta sempre in tutte le Eufotidi della medesima qualità.

L'Eufotide di *Monte Ferrato*, che scavasi a *Figline* non lungi da Prato, fu la prima studiata, e la meglio conosciuta. Essa nominasi colà *Granitone*; e siccome essendo adoprata per farne macine da molino va in molte parti della Toscana, ed anche all' estero, generalmente è conosciuta col nome di *Granitone di Prato*; così anche i geologi hanno adottato il nome di *Granitone*, per suo nome scientifico. Il Targioni nella dissertazione sul Gabbro, caratterizzò esattamente questa roccia nella sua quarta specie (4), anch' egli chiamandola *Granito di Prato*. Brocchi nel 1814 la descrisse, indicando che i Toscani la denominano *Granitone*, e come ho già detto, la distinse con precisione dal Gabbro (5). Dipoi ne trattò il Brongniart nel 1821, nella sua classica memoria sopra le Ofioliti, inserita nel Tomo VI degli Annali del-

(1) *Hauy, Traité de Minéralogie*. Ediz. 2.a T. IV. p. 535.

(2) *Classification et caractères minéralogiques des Roches etc.* Paris 1827, pag. 75.

(3) Loc. cit. T. I. pag. 565.

(4) Targioni, Viaggi Tom. II. pag. 437.

(5) Brocchi loc. cit. pag. 44.

le miniere (1). Dopo tal epoca essendosi risvegliata l'attenzione de'Geologi sopra di questa roccia, molti altri naturalisti ne fecer parola, e la studiarono in altre località. Fra questi non devesi trascurar di citare i geologi della Spedizione scientifica in *Morea*, che han pubblicate interessanti osservazioni sulle Eufotidi che colà abbondano.

Le Eufotidi toscane sono di molte varietà che più o meno s'accostano a quelle indicate con le sopra esposte definizioni: ma fra tutte queste varietà io nominerò solo le seguenti come le più interessanti, o le più abbondanti.

I. La prima è quella a cui appartengono la massima parte de' Granitoni toscani, la quale ha la pasta feldispatica o d' *Albite*. In essa l'Albite ha durezza varia; per il solito scintilla con l' acciarino, quantunque non molto vivamente, e con difficoltà: è di color biancastro tendente al cinereo, con una leggiera aria di azzurrognolo o di glauco: ha la frattura scabra, e che mostra disposizione a dividersi in parallelepipedi romboidali. Il Diallagio che racchiude è in masse di struttura laminare, che s'anastomizzano frequentemente fra loro: son di color verdognolo grigio, con splendore metallico, o perlato, più o meno vivo: hanno il tatto aspro, ma un poco untuoso se son ridotte in polvere: non scintillano con l'acciaro, anzi facilmente si graffiano con un ferro.

Questa varietà di Granitone, che reputo possa considerarsi per tipo della specie, è quella comune a *Figline*, addietro più volte citata: trovasi pure all' *Impruneta*, al *Bagno di Marciana* nell'Isola dell'Elba, a *Bell' Aria* nel Senese, a *M. Vaso*, ed in molti altri luoghi. In quella di *M. Vaso* l' Albite ha alcune volte un leggero color carnicino. Sotto

(1) Loc. cit. pag. 177.

Sasso Forte, sul pendìo della *Formulla*, ve ne è una varietà nella quale l'Albite è paonazzognola.

II. È frequentissima ancora una varietà in cui la pasta d'Albite passa alla Steatite: giacchè mentre in alcuni punti ha i caratteri del primo di questi minerali, in altri che con quelli son connessi ha poca durezza, ha morbidezza ed untuosità al tatto, color bianco glauco, o bianco lattiginoso, e segna la lavagna o il panno, come la Steatite. Nei grandi scogli d'Eufotide trovansene sovente delle porzioni molto voluminose nelle quali la Steatite è all'Albite subentrata. Questa è la varietà che io nomino *Eufotide steatitosa*, per distinguerla dalla feldispatica. Ne ho incontrata sotto *Sasso Forte*, ed a *M. Vaso*.

III. Un'altra singolare modificazione del Granitone, ed anche delle più frequenti, è prodotta dal Diallagio che non ha acquistata perfettamente la struttura cristallina, e che presentasi in piccole masse come impastate col cemento d'Albite, o di Steatite biancastra. Questo Diallagio si mostra allora con l'aspetto della Serpentina, quantunque mostri sempre una disposizione alla struttura laminare: si direbbe quasi esser Serpentina che cristallizzandosi passava al Diallagio. Un bell'esempio se ne trova sotto *M. Castelli*, nelle masse d'Eufotide che son presso la cava di Rame sul torrente *Pavone*. Lo stato del Diallagio di questa varietà può servire di prova all'addietro esposta ipotesi del Brocchi, circa alla natura identica della Serpentina e del Diallagio.

IV. Nella quarta varietà al Diallagio è subentrata la Steatite, o per parlare il linguaggio dettato dall'aspetto della roccia, e delle sue relazioni con le circonvicine, in vece d'esservisi cristallizzato il Diallagio, vi si formò la Steatite. Ho trovata questa varietà di Granitone a *M. Vaso*, e sotto *Sasso Forte*. In quella di *Sasso Forte*, la Steatite è traslucida, d'un bel color verde porro, e si connette all'Albite

mediante passaggi insensibili e con sfumature. Quell' Albite ha il solito aspetto e colore, ma non è tanto dura da scintillar con l' acciajo, anzi in varj luoghi da questo si lascia graffiare. Alle due citate sostanze qualche volta ve ne è mescolata una terza, o per dir meglio anch' essa con le altre è impastata: sostanza della durezza e tatto della Steatite, ma opaca e d' un bel colore paonazzognolo.

La descritta varietà di Granitone, orittognosticamente parlando, non converrebbe denominare Eufotide, mancandole il Diallagio, uno de' suoi componenti essenziali. Ma io l' annovero fralle Eufotidi, non solo perchè è a queste subordinata, ma principalmente perchè, riguardandola sotto l' aspetto geologico, io la considero come una semplice modificazione di quelle.

V. Nelle nostre Eufotidi variano le proporzioni de' loro componenti, così che ora è più abbondante il cemento, ora il Diallagio; e quantunque non frequentemente, pure se ne trovano in alcuni siti de' massi ne' quali il cemento manca del tutto, e la roccia allora non è che una congerie di Diallaggio. Nel Museo di Pisa esiste un pezzo proveniente da *Prato*, nel quale solo da una parte vedonsi i gruppi di cristalli di Diallagio metalloide cenerino glauco, collegati da cemento biancastro-verdognolo; ma in tutti gli altri punti essi sono fra loro a contatto, mancando il cemento: e solo in qualche luogo hanno framezzo un sottile stratarello o incrostazione calcarea, che certamente è d' origine posteriore a quella della roccia.

Altro esempio di questa varietà l'ho incontrato a *M. Vaso*. Là non lungi dalla Villa vi è una massa d' Eufotide nella quale il cemento manca, ed il Diallagio ha color bottiglia, ed è di tatto un poco più dolce ed untuoso di quello delle varietà sopra descritte.

Il Granitone stando esposto alle intemperie a lungo andare si sfacela, e più facilmente della Serpentina: giacchè l'Albite prendendo da prima una tinta rubiginosa perde adagio adagio la sua compattezza e diviene una sabbia scabra, una terra qualche volta anche impastabile con l'acqua. Le massolette di Diallagio resistono più lungamente, ma ancor esse divengono in fine sabbia e terra, prima dividendosi, poi stritolandosi.

Resumendo quanto di più importante circa alla geologia si è visto in questo articolo studiando il nostro Granitone, sembrami potersi ammetter come certo che sovente esso e la Serpentina sono intimamente connessi, e che la differenza principale consiste nel trovarsi nell'Eufotide la sostanza feldispatica, la quale combinandosi e mescolandosi con la serpentinosa, produce gran parte delle diverse specie minerali e di Rocce sopra descritte. Circa alle ipotesi per spiegar la comparsa del principio feldispatico nelle masse ofiolitiche, circa alla qualità del suo solvente ec. avremo luogo di esporle ed esaminarle in seguito, studiando le specie minerali che trovansi in filoni nelle masse ofiolitiche, le amalgame ofiolitiche, e le Rocce nettuniane dalle Ofioliti plutonizzate.

SIENITE, O PIROSSENITE.

Avanti di lasciar di trattare delle rocce feldispatiche facenti parte delle nostre masse ofiolitiche, debbo far conoscere due altre qualità di pietre, ove il Feldispato si trova. La prima che accennerò è quella da me incontrata nelle vicinanze di *M. Castelli*, dal lato orientale della montagna, cioè nel fianco che acquapende sulla Cecina, presso ad un'antica galleria lunga circa Br. 200, e denominata di *S. Barbera*.

È quella una roccia che al primo aspetto rassembra ad un Gneis, giacchè ha struttura schistoide, ed è formata da una pasta feldispatica di color bianco leggermente tendente al carnicino, facilmente fusibile al tubo ferruminatorio in vetro biancastro, e bolloso: racchiude poi delli stratarelli d'una materia verdastra, e granulare, aspra al tatto, e che ho giudicata per una varietà d'Anfibolo. Non lungi dal sito ove sta la descritta roccia, la quale sembrami doversi considerare come una varietà di Sienite, in una porzione di poggio di *Gabbro rosso* trovansi molti filoni ben caratterizzati d'un Feldispato assai simile a quello ultimamente descritto, e che vedendolo in massa, assai rassomiglia all'Albite da cui componesi l'Eufotide delle vicinanze. Io penso che detti filoni sien connessi con la roccia schistoide di cui si è parlato.

La seconda qualità di pietra feldispatica l'ho trovata all'Impruneta. Consiste in una massa di Feldispato a tessitura lamellare di color bianco sudicio tendente al giallastro o al rossiccio, che osservandola sotto alcuni particolari colpi di luce ha de' reflessi perlati. Scintilla difficilmente: al tubo ferruminatorio si fonde: e racchiude dentro di sè delle masse bislunghe, attondate sugli angoli, del diametro di tre o quattro linee, d'una materia nera che polverizzandola prende lo scuro giallastro. La sua frattura scuopre delle facce lucide parallele fra loro, che mostrano una struttura romboidale: non scintilla con l'acciaro, ed alla percussione di questo facilmente si stritola. Col tubo ferruminatorio facilmente si fonde, e riducesi in smalto nero. Questa materia che per il suo aspetto può considerarsi o come un Anfibolo, o come un Pirosseno, a me sembrerebbe doversi piuttosto a quest'ultimo referire. In tal caso la roccia di cui ci occupiamo, resultando da Feldispato inceppante del Pirosseno, corrisponde-

rebbe alla *Pyrossenite* del Coquard, che egli ha trovata ne' Pirenei fra *S. Béat*, e *Couledoux*, associata alle masse ofitiche e lherzolitiche, e che è stata da esso annunziata nel Tomo IX del Bullettino della Società Geologica di Francia, a pagine 326. Ecco dunque un altro fatto da aggiungersi ai quì addietro esposti, per provare la somiglianza grande che passa fralle rocce lherzolitiche ed anfiboliche de' Pirenei, con le rocce serpentinose ed anfiboliche della Toscana. E la presenza d'una specie di Sienite nelle nostre masse ofiolitiche come quella quì sopra descritta, serve a provare l'analogia che tali masse della Toscana hanno con quelle dell'Albania, ove, come rilevasi dal passo addietro citato della relazione di Ami Bouè, la Sienite si trova unita alla Serpentina, all' Ofite, ec. (1).

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France* Tom. IX. p. 137.

CAPITOLO IV.

DELLE ROCCE NETTUNIANE PLUTONIZZATE DALLE MASSE OFIOLITICHE.

Ho di già in molti luoghi, ed in diverse occasioni trattato delle alterazioni sofferte dalle rocce nettuniane, ovvero, come proposi di chiamarle, delle rocce *nettuniane plutonizzate*. Adesso, tralasciando di parlare di quanto concerne tali alterazioni, relativamente al nostro terreno secondario più antico, vale a dire a quello del Verrucano, che non mi è mai avvenuto di vedere a contatto delle rocce ofiolitiche, rammenterò come negli altri due terreni, vale a dire in quello del *Lias appenninico*, ed in quello del Macigno (corrispondente al *Grè verde* della *Creta*), due sorte di plutonizzazioni vi si trovano, una cioè propria alle masse calcaree, l'altra alle schistose ed arenacee. La prima che riscontrasi munita di tutto il suo sviluppo ne' terreni appartenenti al *Lias appenninico* (specialmente nelle *Alpi Apuane*), o anche nella prima porzione delli strati calcarei del terreno del macigno, e consiste nella conversione di questi in Calcare salino, cavernoso, e dolomitico, non ha apparente rapporto con le rocce ofiolitiche: e di tali plutonizzazioni ne parlai in varie delle mie memorie, e specialmente in quella pubblicata nel 1834 col titolo *Alterazioni sofferte dalla calce carbonata compatta*, ec.

Le porzioni poi del macigno ove predominano le Argille schistose e le arenarie, son soggette ad altre sorte di plutonizzazioni, che consistono nella con-

versione di queste rocce in *Galestro*, in *Diaspro*, ed in *Gabbro rosso*. Alcune di tali alterazioni o modificazioni, vale a dire quelle che diedero origine al Galestro, ed al Diaspro, accaddero in due epoche, e per cause diverse; quelle dell'epoca più antica furono prodotte dalle rocce ofiolitiche; e quelle dell'epoca più recente dalle cause stesse, le quali convertirono in Steaschisto il Verrucano, in calcare salino il calcare compatto; accaddero cioè nell'epoca delle eruzioni granitiche e metalliche. Non voglio ora occuparmi delle alterazioni di questa seconda epoca, avendone già più volte ed a sufficienza fatto parola. Ora debbo parlare solo di quelle della prima epoca, vale a dire di quelle relative alle masse ofiolitiche o serpentinose.

DEL GALESTRO, E DEL DIASPRO.

Nelle *Notizie geologiche* da me pubblicate *sul Campigliese* l'anno 1829, feci conoscere per la prima volta come li strati schistosi ed arenacei del Macigno sono stati ridotti dalle cause plutoniane in alcuni luoghi in *Galestro*, altrove in *Diaspro*, in altri in *Alunite*. Quantunque le plutonizzazioni che allora descrivevo appartenessero in parte a quelle della seconda delle sopra rammentate epoche, e fossero per conseguenza indipendenti dalle rocce ofiolitiche, nonostante anche fra quelle da queste ultime originate, s'incontrano de'*Galestri* e de'*Diaspri*, che quasi perfettamente assomigliano ai Galestri ed ai Diaspri prodotti dalle plutonizzazioni della seconda epoca, e per conseguenza che conviene caratterizzare e denominare nello stesso modo. Perciò prima di passar oltre, anche senza voler ripetere tuttoquanto allora relativamente ne scrissi, debbo per un momento trattenermi a ram-

mentare ciò che intendo per Galestro, e per terreni Galestrini, e per Diaspro, giacchè avendo definito ed adottato tal nome nelle sopra citate Notizie, pubblicate già da nove anni, è molto probabile non sia il lor contenuto cognito alla pluralità de' miei lettori.

Descrivendo adunque i terreni schistosi del macigno del Campigliese, i quali stanno addossati alle masse calcaree ridotte dalla plutonizzazione in Calcare saccaroide bianco o grigio, dissi che il Macigno non ha giammai colà quelli strati così grossi e compatti come alla *Golfolina*, a *Fiesole* ec., in quei luoghi cioè ove è tuttora inalterato, ed anzi vi è sempre in strati molto sottili, e screpolati non solo nel senso della stratificazione, ma ancora verticalmente; e dissi che quelli spacchi in tal modo s'intersecano da formare de' prismi, delle piramidi, de' lunghi mostacciuoli. La grana sua diversifica, ora essendo minuta ora grossolana: varia il colore, ora avendo un grigio giallastro, ora un color d'oliva fradicia più o meno intenso, un cenerino paonazzognolo, un grigio lavagna, o rosso-lacca sudicio o rosso matita. Le pareti di quelle screpolature sogliono esser tinte d'un grigio metallico, o nerastro, il quale sembra originarsi da una patina di manganese. Non di rado, (come a *Campiglia*, presso *Arcidosso* nella *Montagna di S. Fiora*, sotto la *Torre di Ripafratta* nel M. Pisano, vicino a *Valle Benedetta* ne' monti di Livorno ec.) si trovano gli strati di cui si parla attraversati da filoni di manganese ossidato litoide, quasi sempre misto a sostanza quarzosa, i quali filoni sono ora più, ora meno grossi. Il Galestro facilissimamente si sfacela all'azione dell'aria, riducendosi in mostacciuoli o in prismi sempre più piccoli, che si convertono poi con l'andar del tempo in buona e fertile terra.

È difficile di potere riconoscere a prima vista

l'identità de' terreni Galestrini con quelli del Macigno inalterato: ma chiunque un poco attentamente li osservi, e ne percorra diversi spazj, se ne persuaderà pienamente; giacchè il terreno inalterato del macigno vedesi mediante insensibili gradazioni convertirsi in quello da me ora descritto, ed anche in alcuni posti vedesi che dopo esser divenuto Galestro, ad una certa distanza torna ad essere inalterato. Così nel Campigliese si trovano in varj siti delli strati molto grossi d'un'arenaria perfettamente simile alla *Pietra morta* di *Fiesole*, e della *Golfolina*, strati che son connessi a quelli alterati. Nel Campigliese, come a Fiesole ed alla Golfolina, trovansi framezzo alli strati d'arenaria altri strati quasi esclusivamente calcarei, cioè d'*Alberese*; e di più nelli strati più sottili e schistosi del Campigliese e degli altri luoghi ove sono le sopra descritte alterazioni plutoniane, abbondano i *Fucoidi*, fra i quali il *Fucus Targionii*, ed *intricatus* del Brongniart, appunto come nelli strati schistosi del Macigno di *Fiesole* e di *S. Francesco di Paola* presso Firenze. È bensì vero che queste impronte vegetabili nel Galestro e sue vicinanze vi sono meno ben distinte, e d'un altro colore; giacchè invece d'essere d'uno scuro appannato, son d'uno scuro nero cupo, e spesso d'una lucentezza metallica, come se fossero rivestite da Manganese metalloide.

Questa sorta d'alterazione del terreno del macigno incontrasi, come ho accennato, in molte località della Toscana, tanto presso alle rocce ofiolitiche che lontano da esse: e credendo io conveniente dare a tali alterazioni un nome, credei ben fatto fino dal 1829, d'adottare quello che già è usato nel Fiorentino per i terreni che ne resultano, cioè di *Terreni Galestrini*, e di *Galestro*, tanto più che questo nome è stato adoprato anche da Giovanni Targioni.

I terreni Galestrini del Campigliese presentano in molti luoghi nella loro parte inferiore, un aspetto

assai diverso da quello della superiore. Li strati calcarei frapposti allo Schisto, che altrove sono d'ineguale altezza, laggiù han tutti presso a poco la grossezza d'un pollice, o d'un pollice e mezzo. Qualche volta un sottile strato di schisto li separa, sovente si toccano immediatamente, e allora lo schisto è come impastato, e immedesimato alla materia calcarea che ne riceve il colore: per tratti molto estesi conservano ovunque la grossezza medesima, di modo che il loro parallelismo non varia, quantunque vadano più o meno ondolando. Un tal fenomeno è più frequente nelle alterazioni plutoniane della seconda epoca che in quelle della prima, cioè nelle alterazioni ofiolitiche, quantunque ancora in quelle a questa appartenenti alcune volte s'incontri.

In altri luoghi li strati sottili della parte inferiore del Galestro son poco calcarei: contengono una gran quantità d'alumina, e dell'ossido di ferro: son per conseguenza meno compatti de' sopra descritti, e formano quasi un passaggio fra quel Marmo rosso detto dai nostri lapidarj *Broccatello di Maremma*, (si trova a *Castagneto*, a *Gerfalco*, a *Montieri*, a *Massa di Sasso rosso* nella Garfagnana (1)) nel quale non di rado stan racchiuse delle Ammoniti, ad una roccia varicolore di molta maggior durezza, contenente gran quantità di silice, in somma ad un vero Diaspro. È raro bensì di trovare in una medesima stratificazione, e li strati calcarei, ed i diasprini: giacchè per il solito ove sono gli uni mancano gli altri. Hanno questi ultimi durezza tale da scintillar vivamente e da prendere un bellissimo e vivace polimento: sono attraversati da numerose rilegature di quarzo, frequentemente geodico, ed hanno un

(1) Vedi nella memoria intitolata *Alterazioni plutoniane sofferte dalla calce carbonata compatta ec.* Nuovo Giornale de' Letterati N.° 78.

colore o rosso mattone, o rosso sanguigno, o rosso epatico, giallo pallido, o arancione. Ne' Diaspri la stratificazione si conserva sovente perfettamente distinta, altre volte li strati vi si confondono insieme, e formano una massa compatta e solidissima. Tali sono i celebri Diaspri di Barga, bellissimi pezzi de' quali servirono ad ornare la R. Cappella di San Lorenzo di Firenze, e molte altre delle nostre Chiese: quelli che si trovano nel Pontremolese allo *Stretto di Giareto*, presso *Codolo*, da me esaminati nel 1836; alcuni del M. Pisano, di molte località delle Maremme, ec. In alcuni luoghi de' monti di *Montieri*, e *Monte Rotondo* ove la stratificazione si conserva nelli schisti convertiti in Diaspro, ed ha sempre una situazione orizzontale, vi son de' posti ne' quali i fianchi di que' monti son quasi tagliati a perpendicolo: presentan questi allora l'aspetto d'una gran muraglia di mattoni messi a secco, giacchè quegli strati oltre ad avere spesso un color rosso fosco, sono anche quasi tutti d'un'egual grossezza, ed essendo frequentemente divisi da spacchi perpendicolari, rassembrano così molto bene a mattoni, o pianelle, soprapposte.

Questa strana mutazione dello Schisto in Diaspro che altrove, e varie volte ho descritto, citando ancora le più interessanti località dove s'incontra, l'ho osservata così di sovente, e così chiaramente, da non poterne in alcun modo dubitare. Essa però, come quella del *Galestro*, non accompagna soltanto le masse ofiolitiche; trovasi ancora lontano da esse, e dove altre sono state le cause plutonizzanti.

È certamente cosa degna d'osservazione la sottigliezza che presentano li strati inferiori del Galestro, e quelli di Diaspro, ed in specie poi la frequente diminuzione di grossezza sofferta dalli strati calcarei che fra il Galestro e fra il Diaspro s'incontrano.

Quest' ultimo fenomeno più spesso presentasi nelle masse plutonizzate dalle Rocce ofiolitiche, nelle quali spesso accade anche di vedere scomparsi del tutto gli strati calcarei, o almeno diminuiti di tanto, che sempre la massa schistosa predomina sulla calcarea, mentre nello stato normale di quei terreni suol essere il contrario. Io non credo che tal sottigliezza di strati e tale scarsezza di materia calcarea preesistesse alla plutonizzazione; ma da varj fatti, e riflessioni sono indotto a pensare che quelli strati sieno stati ridotti della grossezza attuale dall' azione delle prossime Rocce plutoniane, non tanto da un' azione meccanica quanto chimica. E quest' ultima può facilmente immaginarsi supponendo un dissolvente che ne abbia sottratta o dispersa la maggior parte della materia calcarea. Con tal modo di vedere sembrami si spieghi molto bene perchè nel Galestro prossimo al *Gabbro rosso*, e nel *Gabbro rosso* stesso, non si trovi per solito il carbonato calcare stratificato, ma solo intimamente combinato, o mescolato con esso, fenomeno di cui in seguito più a lungo si parlerà.

DEL GABBRO ROSSO.

Dal Villaggio di *M. Catini di Val di Cecina* andando verso la *Madonna di Caporciano*, al di là della quale sono adesso riaperte le antiche miniere di Rame, dopo aver lasciata dietro di sè la massa di Selagite, su cui riposan la torre ed il castello di M. Catini, incontrasi un terreno formato da strati di calcare compatto o Alberese, e da Schisto argilloso, che in due diversi punti sulla strada stessa vedesi attraversato da grosse Diche di Serpentino diallagico. Que' banchi d'Alberese, che hanno un bel color bianco o giallognolo, o perlato, e son grossi or-

dinariamente da un mezzo braccio, ed anche più, non conservano colà la loro primitiva positura, ma son situati in una o in un'altra direzione, e quasi confusamente gettati gli uni sugli altri, quantunque sempre in mezzo ad abbondante argilla schistosa. Quelli strati sono attraversati da venuzze e dendriti di ossidi di ferro e manganese, e quest'ultimo sembra che in varj posti abbia compenetrata la sostanza calcarea, di modo che probabilmente devesi a questo la bontà della calcina che con essi producesi, particolarmente adoprandola per i lavori idraulici.

Oltrepassata di poco la sopra nominata Cappella della Madonna di Caporciano, ove la strada volta a tramontana, e specialmente nella pendice occidentale del *Fosso della Miniera*, che è assai scoscesa, osservasi un grande sconvolgimento nelli strati. Non son più rotti ed ammassati, bensì contigui e con le loro naturali alternanze: son però notabilmente ed in vario modo ondulati, e qualche volta ancora quasi come annodati. I calcarei han color celestognolo, e qualche volta rossastro: rosso fegatoso, li schistosi: i primi son notabilmente assottigliati, non avendo che la grossezza d'un pollice; di modo che la massa schistosa sembra colà predominare sulla calcarea, e nelli stessi strati calcarei il carbonato di calce vi è notabilmente diminuito, e proporzionatamente vi sono più abbondanti l'allumina, le altre terre e gli ossidi metallici. Lo schisto che è indurato ha color rosso fegatoso, ed in varj luoghi pare compenetrarsi con il calcare. Il complesso delli strati fino ad ora descritti è sollevato dalla parte di tramontana, cioè verso l'alto del poggio: ed in ragione che accostasi a questo la coloritura aumenta, la grossezza delli strati diminuisce, e li strati sempre di più divengono inclinati.

Sul prossimo poggio in molti luoghi è scoperto il dorso di questi strati, e questo facilmente si può osservare giacchè non solo quel posto è quasi del tutto

spogliato di piante, ma ancora è nudo di terra. Vedesi adunque colà che ciascuno strato è rotto in una infinità di frammenti di forma varia, cioè o trapezzoidale, o prismatica, o parallelepipeda ec.: ma quel che di più singolare vi si osserva si è che la massima parte di que' frammenti son perfettamente risaldati insieme, quantunque le superficie più non si combinino in uno stesso piano; e quelle degli uni risaltando su quelle degli altri vi producono altrettanti piccoli scalini. Un tal fenomeno fa conoscere esser la frattura delli strati stessi accaduta allorquando essi avevano già acquistata la durezza e fragilità lapidea; e che in seguito o per un rammollimento, o per l'azione di qualche cemento furono riuniti. Trovansi sovente sopra di essi, a loro stessi attaccati, e formati dalla stessa materia, de' corpi di varia grandezza, i quali hanno figure diverse, ora rappresentando quasi esattamente de' nuclei di Terebratule, ora delle Belenniti: ma siccome vi se ne vedono ancora di quelli di forme strane ed indeterminabili, quantunque io convenga della possibilità che sien realmente modelli di fossili, pure nulla ne saprei dir con certezza.

Giunti alla porzione del monte che è la sede della miniera, li strati son colà molto più ondolati: insieme si confondono, e non si distinguono più i calcarei dagli schistosi, essendo scomparsi gl'indizj delle respettive divisioni. Divien quasi generale il color rosso di sangue secco, o di gruma di botte, e solo in qua ed in là restano delle macchie bislunghe e che si anastomizzano fra loro, di quel color bianco verdastro o grigio cenerino, che prima formava il fondo dominante delli strati calcarei. Allora gradatamente, o più o meno bruscamente subentra alla struttura stratificata una struttura massiccia, nella quale però veggonsi numerosissime fessure curvilinee che dividono quella porzione di monte in tante masse più o meno attondate. Ciascuna massa ha la super-

ficie coperta da globuli di varia grandezza, i più grossi de' quali son quanto una veccia, mentre altri ve ne sono più piccoli ed alcuni minutissimi: globuli che danno alla superficie di quelle masse un aspetto variolitico.

Nelle fenditure che traversano le accennate masse tondeggianti trovasi sovente una sottil lamina, o stratarello di materia bianca di mediocre durezza, subcristallina, effervescente con gli acidi, sostanza che per il suo color perlato, giudico Calce carbonata magnesiaca. Nelle giunture poi che restano fra una massa e l'altra vi si trova della Steatite color verde-porro, divisa in minuti frammenti angolati.

Esaminando nel decorso Ottobre il taglio ultimamente stato fatto vicino a M. Catini, nel poggio detto il *Monte*, che è tutto formato di Gabbro rosso, taglio eseguito per farvi passare la nuova strada rotabile la quale dalla via Volterrana conduce al detto villaggio, in varj punti ho potuto osservar bene alcune delle indicate singolarissime giunture delle varie masse di quella Roccia, le quali giunture essendo tuttora inalterate dall'azione dell'aria e dell'acqua, si conservavano sempre nella loro perfezione: Le masse di quel Gabbro rosso non si toccano fra loro, ma son distanti due, quattro o cinque linee, e questo spazio è ripieno di tre sostanze disposte a strati paralleli alla superficie delle masse stesse, cioè da due strati d'una terra ocracea giallo-scura, e da un sottile strato posto nel mezzo degli altri due, d'una materia steatitosa verde. La superficie delle masse di Gabbro rosso è tutta coperta dalle citate globulazioni, alcune delle quali son più rilevate, altre meno, alcune sono sfere quasi perfette che aderiscono solo mediante una piccola porzione della loro superficie al Gabbro rosso: moltissime in fine (e questo è ciò che più mi sorprese) sono intieramente libere, e son tenute in posto soltanto dalla terra ocracea che le

involge, e che riempie tutto lo spazio fra globulo e globulo. Diversi di questi globuli benchè non adesi in niun punto con la massa del Gabbro rosso, sono uniti fra loro in gruppi di due, di tre, di quattro. Tutti, tanto i liberi che quegli attaccati, han la superficie scabra; son formati da una sostanza che sembra identica a quella del contiguo Gabbro rosso: e nella loro interna struttura vi si osserva spesso una disposizione radiata. La materia steatitosa, come già ho detto, trovasi riunita in un sottile strato che scorre nel mezzo della giuntura, avendo da una parte e dall' altra la sostanza ocracea. Questa materia steatitosa è di color verde, ora più ora meno intenso, ora è un verde lacca, ora un verde glauco simile a quello del verderame. Non è compatta, ma disgregata in frammenti minuti ed angolati: è fragile: pestandola si riduce in polvere bianca, ed il suo tatto è dolce e saponaceo.

Le rocce che formano la massa dei monti di cui qui sopra si è parlato, e che come dicemmo sono appunto quelle denominate nel Volterrano *Gabbro rosso*, nome che già definii nella mia precedente memoria (1), proponendo d' adottarlo in Geologia, variano molto per la tessitura, per le gradazioni di colore, compattezza, ec. benchè conservino la stessa natura, ed anche abbiano, osservate in complesso, uno stesso aspetto. Il loro colore è, come ho detto di sopra, uno scuro rossastro, o paonazzognolo cenerino, simile a quello della gruma di botte, misto a del grigio-verdastro. La durezza di esse non è tale da farle scintillare con l' acciarino, ma anzi si graffiano col ferro assai facilmente: sulla frattura han generalmente tatto ruvido, benchè la superficie delle varie masse sia frequentemente saponacea, e ciò in grazia della sostanza steatitosa che vi è sparsa. Si

(1) *Due Memorie geologiche* ec. pag. 33.

rompono senza difficoltà sotto i colpi del martello: fanno effervescenza con gli acidi; al tubo ferruminatorio si fondono assai facilmente, e non esercitano azione veruna sull'ago magnetico. Ma tolti questi caratteri generali, un' infinita diversità trovasi nelle varie porzioni delle masse costituenti quei monti composti da tali rocce nettuniane modificate. Alcune di queste rocce, per esempio, son manifestamente composte dall'impasto d'una sostanza compatta color di gruma di botte ed effervescente, che rammenta la parte schistosa del vicino Galestro, e da porzioni cenerino-verdognole non effervescenti, dell'altra più tenaci, che rammentano la materia delli strati del Galestro frapposti allo Schisto: nella pasta rossiccia vi son dispersi de' cristalletti di spato calcare, e questa pasta è traversata da sottili rilegature dello stesso spato. Contigua a tal varietà, benchè per il solito più internamente nelle viscere del monte, se ne trova un'altra di tessitura molto più omogenea, nella quale le due sostanze di color diverso sono con maggiore intimità collegate, quantunque restino sempre distinte. Quella color di gruma è al solito effervescente, ed ha una tessitura cristallina: l'altra color grigio olivastro è essa pure effervescente, ed ha tessitura granulosa: la traversano numerose rilegature sottilissime di calce carbonata lamellare, e de'cristalletti di questa stessa sostanza si trovano dispersi nella pasta. In altre varietà la pasta è perfettamente omogenea, di colore scuro nero, tendente ora al paonazzognolo, ora all'olivastro.

Moltissime altre sorte in fine di pietre della stessa natura, benchè d'aspetto diverso, si trovano in quei monti, le quali tralascerò di descrivere perchè essendo queste tutte modificazioni ed alterazioni l'una dell'altra, presentano ne' varj loro passaggi delle diversità innumerevoli che sarebbe forse non solo

lungo, ma anche difficile d'enumerare, e perchè sembrami sufficiente al mio scopo quanto ne ho detto, tanto più che diverse altre varietà dovrò farne conoscere nel seguito di questo articolo.

La forma e struttura delle descritte masse di questa roccia modificata, oltre ad essere d'un aspetto singolare, sono a parer mio ancora molto interessanti per il geologo. Si è indicato che son masse con angoli smussati, che le une s'incastrano nell'altre, quantunque senza saldarsi insieme, e lasciando fra loro un angusto spazio: nel quale, fralle altre sostanze trovasi, come abbiamo detto, la Steatite. In conseguenza avendo riconosciuta l'origine nettuniana del Gabbro rosso, da cui quelle masse son costituite, vedendo che queste masse son prive di qualunque struttura stratiforme e convertite in una roccia massiccia, la quale può dirsi sia involta dentro la Steatite, minerale dipendente da una roccia ignea (come è certamente la Serpentina), non si può fare a meno di riconoscere in quelle masse il resultato d'una fusione, e d'una mescolanza di prodotti dell'acqua con quelli del fuoco. Dipiù l'esistenza dei sopra descritti globuli alla superficie delle masse stesse, la loro forma, e la loro struttura radiata non può a parer mio spiegarsi che ammettendo una tale ipotesi. Il fatto seguente, e varj altri che in seguito descriverò, mi sembra che sieno altre prove quasi incontrastabili di questa ipotesi.

Presso un antico pozzo, detto *Pozzo Giacomo*, che resta sull'alto *del Poggio della Cava*, il Gabbro rosso è diviso in masse polimorfe, alcune aventi la forma di arnioni, altre di cilindri scannellati, altre di sfere bernoccolute, tutte con la superficie rivestita dalle solite globulature, le quali sono involte nella consueta Steatite. Molte di queste masse offrono perfettamente le forme delle Lave vulcaniche, di quelle Rocce cioè le quali dopo essere state ridotte dal calore allo stato

pastoso, colarono, e s'accagliarono e consolidarono conservando le forme che per il movimento, mentre eran molli, dovettero acquistare. Ma quel che di singolare presentano queste masse si è, che un gran numero di esse ha nel loro interno de' vacui, i quali per il solito in niun modo comunicano con l'esterno nè fra loro, e tutti son foderati da uno strato di calce carbonata cristallizzata, sopra i cristalli della quale se ne trovano altri d'un minerale che non avendo io trovato descritto, e reputandolo non conosciuto dai naturalisti lo denominerò *Caporcianite*, per rammentare la miniera di *Caporciano*, presso la quale io l'ho trovato.

I cristalli della *Caporcianite* hanno tre o quattro linee di lunghezza: son prismi quadrilateri romboidali, terminati da una sola faccia inclinata: le facce del prisma son finamente solcate per lo lungo; ciascun cristallo con la semplice pressione delle dita si divide in una infinità di sottili aghi. Essi hanno uno splendore leggermente perlato, son bianco-candidi, ma per il solito hanno ancora una leggera tinta rosea, in grazia d'un ossido ferruginoso che trovasi sparso su tutta la superficie di quelle geodi. Essendo, come ho detto, fragilissimi, non si può conoscere con gli ordinarj mezzi la loro durezza: ma essa dev' esser minore di quella del vetro, giacchè neppure strofinando la superficie di questa sostanza con i frammenti de' cristalletti di *Caporcianite*, mi è mai riescito nè di graffiarla, nè di appannarla. Sottoponendoli all'azione del tubo ferruminatorio, in prima dividonsi ne' loro elementari aghetti, che divergono nel punto ove il calore è maggiore, formando così una specie di pennello: acquistano poi una certa fosforescenza mentre s'infuocano, indi assai facilmente si fondono, producendo uno smalto bianco. Non fanno effervescenza con gli acidi: e ridotti in polvere, ed immersi nell'acido nitrico diluto, lo convertono sollecitamente in una massa gelatinosa.

Secondo l'analisi fattane dal mio amico Ranieri Passerini Ajuto del Professor di Chimica della nostra Università, ecco quali ne sono i componenti

Silicato di ferro	58. —
Magnesia.	22. 50
Allumina	4. 50
Calce	7. 50
Acqua	5. —
Manganese, e perdita	2. 50
	100. 0

La *Caporcianite* non è sempre in cristalli ben distinti e determinati, ma trovasi ancora in masse radiate, in masse stratiformi di tessitura lamellare. L'ho trovata in filoncelli in varj posti dello stesso monte vicino a *M. Catini,* nel taglio della nuova strada, ed anche nell'interno de' filoni metalliferi della cava di Caporciano, unita al Rame solforato.

Tornando adesso al *Gabbro rosso*, noterò che la mescolanza di esso con la roccia serpentinosa (con la Steatite), osservasi più distinta che nelle descritte località, dal lato settentrionale dello stesso monte di Caporciano, lungo il così detto *Botro di Valle Buja,* il quale scorre nella solita roccia modificata. Vedesi colà la roccia serpentinosa quasi interamente convertita in Steatite, che formando un largo filone si è innalzata attraverso il Gabbro rosso, per uno spacco largo da due in tre braccia (Ved. Tav. II. fig. 3.). La materia steatitosa che lo riempie è al solito granulare, ed è in tal modo disposta, e divisa in stratarelli, da rappresentare quasi all' occhio le tracce del movimento che dovette avere inalzandosi. Tutto il filone non è però di sola materia steatitosa, giacchè questa racchiude un gran numero di frammenti o ciottoli di *Gabbro rosso*, alcuni subrotondi, altri reniformi ec., tutti crepolati, ed al solito con superficie variolitica. In generale all'esterno hanno il

consueto color di fegato, variato in giallastro, o in verdastro, ma nell'interno son grigio-scuri. Spesso una materia perlata riempie le fenditure: molti di que' ciottoli son vestiti in parte da stratarelli e cristalletti di *Caporcianite*, e questa stessa materia trovasi anche abbondantemente mescolata alla Steatite granosa. La stessa Steatite forma delle sottili vene che sono attorno al descritto filone e, come altrove, s'insinua negli interstizj i quali separano le diverse masse del Gabbro rosso.

Tutto il monte ove i sopradescritti fenomeni s' osservano, cioè il *Poggio alla Croce*, è formato dal *Gabbro rosso* fino alla cima: e le escavazioni che sono state fino ad ora praticate per estrarre il minerale di Rame nel *Monte della Cava*, propaggine dello stesso *Poggio alla Croce*, non hanno incontrato che questa sola roccia. Dimodochè unicamente, dalla presenza delle numerose Diche dioritiche ed eufotidiche, addietro descritte, per i filoni e vene di Steatite, che lo attraversano, per la prossimità della Serpentina, (la quale trovasi di tutti i suoi caratteri munita al *Passo alla Fiera*, cioè solo ad un quarto di miglio di distanza), e per quanto poi ho osservato di simile in molte altre località, mi son potuto convincere essere egli nell' interno formato di rocce ofiolitiche. Ne' tagli geologici disegnati alla figura 1.ª e 2.ª della Tavola prima, ove ho rappresentata la disposizione delle varie rocce costituenti la superficie de' monti di *Caporciano*, *M. Catini* ec. ho cercato di rappresentare, secondo quello che si può arguire dai sopra accennati dati, come m'immagino ne sieno formate le viscere. (Vedasi la spiegazione delle Tavole).

Nella tenuta di *M. Vaso*, a mezzogiorno dell'elevato *Monte della Vitalba*, monte formato di calcare Alberese, trovasi in basso una massa ofiolitica divisa in due dal *Botro delle Donne*. Scendendo verso di

essa incontrasi il solito passaggio descritto quì addietro, dello Schisto racchiudente calcare compatto, al Galestro, passaggio determinato dall'assottigliamento delli strati, dal colorimento in rosso fegatoso o paonazzognolo delle Argille schistose fuciti che. Indi gli strati si contorcono, s'assottigliano, s'impastano colorandosi sempre più, e divengono Gabbro rosso. Scendendo poi più in basso verso il *Molino* trovasi finalmente la vera Serpentina diallagica, di color vèrde nero bottiglia, leggermente magnetica, la quale come già abbiamo addietro esposto passa poco dopo alla Diorite, ed all' Ofite.

Ma presso il citato Molino la massa del Gabbro rosso offre un singolarissimo fenomeno non solo unico per il nostro paese, ma credo anche finora non osservato in alcun altro, fenomeno di tal valore da provare da per se stesso che questa roccia modificata fu soggetta in varj punti ad una vera fusione. Il Gabbro rosso è colà convertito in *Amigdaloide* o *Mandelstein* de' Tedeschi, *Spilite bufonite* del Brongniart. Poco avanti di giungere al bottaccio del mulino, il letto del botro si allarga e pianeggia, avendo bensì per ripe a destra ed a sinistra delle balze scoscese. Nella ripa che resta verso occidente vedesi la Serpentina traversata da intralciati filoni, la qual Serpentina poco distante, al Sud, è a contatto col Gabbro rosso: di questa Roccia son gli altri due lati di quella specie d'anfiteatro, cioè il lato orientale, e quello del fondo per cui scende il rio. In questo lato io incontrai la *Spilite*. Ve ne sono degli alti, e grandissimi scogli, benchè non ovunque contengano numerosi e visibili i nocciolettі o geodi da cui la *Spilite* è caratterizzata. Son quelli scogli divisi da spacchi e fenditure a facce rettilinee, le quali penetrano nella massa loro dividendosi all'infinito, così che ancora ove non appariscono e sembra la massa solida e compatta, percotendola con un martello di-

videsi a seconda delle preesistenti fenditure. Il colore della superficie di tali spacchi è uno scuro ferrigno; ma rompendo la Roccia ne' luoghi ove non son fenditure si presenta allora il suo natural colore, che è un grigio verdognolo misto al solito rosso di gruma: osservando quella frattura attentamente, anche ad occhio nudo, ma meglio col soccorso d'una lente, si scorge che l'impasto resulta da una congerie di minutissimi cristalletti, alcuni verdognoli, altri rosso-scuri. In mezzo a questa pasta poi son racchiusi de' globetti della grossezza presso a poco d'una veccia; diversi sono intieramente formati da una sostanza laminare bianca, effervescente con gli acidi, probabilmente spato calcare; questi globetti son tinti di verdastro alla periferia, ove toccano la pasta; in altri tutto lo spato è di color verdastro, ed altri in fine essendo vuoti nel centro, han le sole pareti tappezzate da cristalletti della materia spatosa. Nelle facce della Roccia da maggior tempo esposte all'aria, i globuli essendosi distrutti, vi son restate tante cavità, che a prima vista le dan l'aspetto delle Lave porose. La pasta di questa Roccia è leggerissimamente effervescente; non ha azione sensibile sull'ago magnetico, e sottoposta al tubo ferruminatorio prima schiarisce di colore, indi rigonfia e bolle, ed in fine si converte in smalto gialliccio scuro.

Il passaggio del *Gabbro rosso* alla *Spilite*, cioè la conversione dell'una nell'altra roccia è nel descritto luogo così chiaro e visibile da non potersi revocare in dubbio da chiunque voglia darsi la pena d'esaminare quella località. Ora siccome tutti i geologi convengono di riguardare i *Mandelstein* come rocce di trabocco, per conseguenza come rocce state fuse, è certo che la sopra referita osservazione ci obbliga ad ammettere che non solo debba il *Gabbro rosso* essere stato fuso in varj punti, ma ancora che le *Spiliti*, o *Mandelstein* sovente non siano altro che Rocce nettuniane modificate.

Tornando ora a parlare del Gabbro rosso del *Botro alle Donne*, debbo avvertire che in quella località, come in diverse altre non è sempre facile, ed alcune volte nemmeno possibile, determinare ove finisce la formazione nettuniana modificata, e dove comincia la Serpentina; giacchè in varj luoghi prima di giungere dal *Gabbro rosso* alla Serpentina, s'incontrano delle vere amalgame ofiolitiche; e colà è tale l'alterazione sofferta dalli strati schistosi e calcarei del macigno, tanto perfettamente essi si son fusi insieme, si son tanto bene impastati e mischiati con la Serpentina medesima, che danno origine ad un gran numero di rocce intermedie, ove i materiali dell'una formazione trovansi connessi con quei dell'altra. Di tal natura appunto sono le brecce di Serpentine, Asbesto, Diaspro e Gabbro rosso del *Botro alle Donne:* il Gabbro rosso subsalino con filoncelli steatitosi, ed un gran numero di altre varietà di Gabbro rosso, in cui domina il solito colore epatico o di gruma di botte, nelle quali osservasi la tendenza alla struttura sferoidale, che han la superficie variolitica, e che sono sempre più o meno effervescenti. Ripeto però che questa miscela delle due formazioni non ovunque si trova, e non per tutto esistono le amalgame, giacchè in alcuni punti vedesi la Serpentina semplicemente a contatto col Gabbro rosso; e colà riconoscendosi il preciso limite delle due formazioni, si allontana ogni dubbio, e si determina ciò che devesi pensare della natura di quelle varie rocce ambigue, di cui ho sopra parlato, proprie ai punti in cui la fusione ha mescolata una formazione con l'altra.

Fralle rocce modificate del *Botro alle Donne,* merita particolar menzione un bel Diaspro rosso in qualche punto celluloso, con sottili rilegature di calce carbonata, nell'interno del quale si vedono dei cristalli di Diallagio verde giallo, o almeno d'un mi-

nerale che li somiglia per lo splendore e la struttura cristallina. Non è cosa nuova che in rocce d'origine nettuniana alterate dalle ofiolitiche, s'incontri il Diallagio: ancora i geologi francesi della Spedizione di Grecia l'osservarono nel piano di *Bedeni*(1), ma è questo bensì un fatto di grande importanza per condurre alla conoscenza del modo di formazione di molte rocce e minerali ofiolitici. Il descritto Diaspro prende un bellissimo polimento: trovasi in massi attondati estremamente scabri alle superficie, e racchiusi nel Gabbro rosso.

Nella stessa tenuta di M. Vaso, attorno al poggio detto *M. Vasino*, che è tutto formato di Serpentina, vi è il Galestro, ed in qua ed in là apparisce il Gabbro rosso. Nel *Bosco di Risparmio*, dal lato di tramontana, il Galestro è attraversato da filoncelli di Manganese litoide con quarzo: ed a ponente sopra la fabbrica della Potassa, trovasi un Gabbro rosso (Vedi Tav. I. fig. 9. b.) simile a quello di *M. Massi* presso *M. Catini*.

Vicino a *M. Castelli*, dal lato settentrionale del villaggio, alla distanza circa di mezzo miglio, addossato alla gran massa serpentinosa, sulla quale, come più volte ho detto, riposa il villaggio stesso, avvi un poggetto chiamato *Poggio rosso*, diramazione delle colline di calcare alberese che inalzansi dalla sottoposta valle della Cecina. Il *Poggio rosso* resulta in gran parte di Galestro, che è in generale di color rosso paonazzognolo, o di Gruma di botte, come all'ordinario, benchè differisce dagli altri descritti per avere una minor compattezza, e spesso una struttura frammentaria. Nel mezzo del poggetto vi è un grosso filone o Dicha d'una Eufotide dura in modo

(1) « Dans la plaine de Bedeni la Serpentine a produit avec « les couches marneuses des especes de brèche ou des roches va« riées à lame de Diallage». *Bull. Soc. Géolog. de France* T. V. pag. 363.

da far rimbalzare il martello, e da non potersi rompere che difficilissimamente, e solo a piccoli pezzi alla volta. Resulta questa Eufotide da Diallagio metalloide a lamine minute, poco splendenti, molto più duro del solito, e che in varj luoghi ha delle rilegature di Quarzo. Presso di questo filone il Galestro diviene assai più compatto ed omogeneo, convertendosi in Gabbro rosso: ma questo Gabbro rosso è molto diverso da quelli enumerati fin quì, e da quello delle altre parti del *Poggio rosso*, e tale da doversi piuttosto considerare come un'amalgama ofiolitica. Esso oltre a racchiudere frammenti di diaspro, e di calcare, contiene molte venature di calce carbonata, della Steatite, delle rilegature d'Asbesto, e cristalli di Diallagio. È da notarsi che i frammenti calcarei inceppati nella roccia modificata ora descritta, non hanno acquistata tessitura lamellare e sono semplicemente induriti, dalla qual cosa se ne puole arguire o che il solo calore delle rocce ofiolitiche non fu in quel luogo sì grande da produrre tal mutazione di tessitura, o che il calore a ciò non è sufficiente. In Toscana son frequenti le amalgame serpentinose le quali racchiudono frammenti calcarei, ma sempre questi conservano tessitura compatta; mentre nella prossima Liguria, verso la Rocchetta, e presso Genova alla Polzevera, trovansi delle brecce serpentinoso-calcaree, delle vere Oficalci, nelle quali i frammenti calcarei sono stati completamente ridotti a grana saccaroide. Potettero adunque ancora le Rocce ofiolitiche in alcune particolari circostanze, benchè a noi incognite, cangiare la tessitura delle porzioni calcaree che dentro di loro restarono inviluppate, mentre altre volte non fecero che indurarle, appunto come ho osservato nell'Isola dell'Elba essere accaduto alle iniezioni dello stesso Granito.

Tornando a parlare del Gabbro rosso di *M. Castelli*, noterò che un poco più a N. O. ad un quarto

di miglio di distanza dalla descritta località, questa Roccia vi è traversata da filoni feldispatici, i quali inviluppando molte parti dello stesso Gabbro rosso, e cementando ancora de' cristalli di Diallagio, si presenta sotto l'aspetto d'una specie singolarissima d'Eufotide, nella composizione della quale entra ancora il Gabbro rosso.

Le vicinanze di *Rocca Tederighi* e di *Sasso Forte*, addietro descritte, offrendo un esempio de' più chiari e belli d'espansione ofiolitica entro il terreno calcareo schistoso del macigno, fan vedere anch'esse, nella porzione di questo terreno, che è all'Ofiolite soprapposto, i soliti diversi gradi d'alterazione ed i soliti passaggi del terreno inalterato al *Galestro*, ed al *Gabbro rosso*, benchè il primo in generale vi predomini. Son bensì poche le località ove quest'ultimo vedasi impastato, consolidato ed ofiolizzato come nelle tre località precedentemente descritte, cioè a *M. Catini*, a *M. Vaso*, ed a *M. Castelli*.

Contuttociò nel *Fosso del Pesciolino*, presso quel filone d'Ofite di cui ho in addietro fatto menzione, quel Gabbro rosso di mezzo al quale passa l'Ofite, è di color verde nero, solo a posti paonazzognolo, omogeneo, duro, a frattura sferoidale, spesso con superficie variolitica, e quel che è più singolare contenente in alcuni punti de' cristalli riconoscibili, ma non ben terminati di Feldispato. Questa sorte di Roccia modificata è a parer mio molto interessante, giacchè come il Diaspro del *Botro alle Donne* addietro citato racchiudente Diallagio, conduce a pensare che tanto il Feldispato, quanto il Diallagio, debbano sovente la loro origine al contatto, ed azione reciproca delle Rocce plutoniane con le nettuniane, e che quelle due specie minerali siansi formate posteriormente alla sortita delle rocce fuse dalle viscere della terra, e forse nel tempo in cui conservavano la loro fluidità e mollezza.

Quantunque io avessi molti altri simili esempj da riportare, e descrivere altre varietà di Gabbro rosso da me vedute nell'Isola dell'Elba, nel Fiorentino, nella Garfagnana, e nel Volterrano, per brevità mi limiterò a quanto ne ho detto, giacchè quelli fin quì esposti mi sembrano sufficienti allo scopo propostomi, cioè, a far conoscere questa singolar Roccia modificata, e nuova per i naturalisti; a dimostrare non esser essa che una plutonizzazione d'alcuni membri della formazione del Macigno, ed infine a dare idea delle fortissime alterazioni da questi membri sofferte in prossimità delle masse ofiolitiche; alterazioni che sovente arrivarono a tanto da mostrare gli effetti d'una vera fusione, e da convertire la tessitura del terreno nettuniano in quella propria alle Rocce assolutamente ignigene.

Le alterazioni delle Argille schistose e la loro colorazione, l'indurimento, e la conversione di esse in Diaspro, era stata osservata da molto tempo, e molti geologi veddero, e pubblicarono che il Diaspro e rocce simili s'incontrano spessissimo nelle vicinanze delle masse di Serpentina. Così Giovanni Targioni, parlando del *Monte* di *Caporciano*, ossia del monte ove è la miniera di rame di *M. Catini*, descrisse molto chiaramente il Galestro ed il Gabbro rosso che lo compongono (1), quantunque non sapesse distinguerlo dalla Serpentina.

Il Conte Girolamo Bardi nel 1807 parlò de' Diaspri e Galestro delle masse gabbrose del Fiorentino, in una Memoria pubblicata negli Annali del Museo Imperiale di Firenze.

Il Viviani scrisse nel 1814, nel più volte citato suo Viaggio, che ai piedi del *Monte nero* nella Liguria orientale, dove sparisce il terreno serpenti-

(1) Targioni, Viaggi Tom. III. pag. 149.

noso abbondante nelle prossimità, trovasi un'Argilla rossastra ora friabile e terrosa, ora indurata come il Diaspro, che è o rossa, o dipinta di zone verdastre e giallastre. E poco dopo nello stesso luogo chiaramente dichiara *non esser quel Diaspro che un' Argilla indurata* (1), la quale, egli dice in prova di tale asserzione, trovasi colà munita di varj gradi di compattezza, o nei diversi passaggi dall' Argilla al Diaspro, fatto simile a quello da me osservato nel Barghigiano sul torrente *Loppora* e sopra *Monte Fegatesi* negli Appennini lucchesi.

Il Brocchi nella Conchiologia fossile subappenina, parlò nel 1814 delle Argille del Macigno alterate dalle masse ofiolitiche, specificando ancora quelle che son convertite in Galestro, quelle in Diaspro (2), ed anche in Gabbro rosso, senza però dar loro nome alcuno distintivo; e considerandole, secondo i principj teoretici Verneriani che professava, come *parte d'un deposito posteriore a quello della materia serpentinosa*.

Scrisse il Brongniart di questi Diaspri nella sua Memoria relativa alla giacitura delle Ofioliti negli Appennini, pubblicata negli Annali delle Miniere il 1821.

(1) Viviani loc. cit. pag. 12.

(2) « Non posso omettere di parlare » (egli dice, trattando delle Rocce ofiolitiche di Figline presso Prato, di quelle di *Montenero* nel Livornese, di varj siti del Senese ec.) « d'una roccia pochis-
« simo, è vero, interessante da sè, ma che merita qualche atten-
« zione in quanto che è sempre contigua alla Serpentina, e ne' li-
« miti fra questa e la calcaria secondaria. Essa è una pietra di
« natura argillosa, di color rosso bruno, di frattura terrea e smor-
« ta, alquanto bibula se si tuffa nell'acqua, nè effervescente con
« gli acidi, disposta a strati talvolta molto sottili, soggetti a scre-
« polare ed a ridursi in frammenti, fra i quali se ne scorgono
« de'romboidali. Le pareti delle fenditure sono spesso investite da
« una incrostazione di piccoli cristalletti quarzosi, e sempre da un
« intonaco nero di manganese. Questa roccia fa passaggio ad un
« diaspro dello stesso colore, che alterna con essa, di frattura con-
« coide, arido, crudo e sonoro. » *Brocchi loc. cit. pag.* 48.

Il De la Bèche che dal modo col quale si esprime nel suo *Manuale Geologico* sembra aver da sè stesso visitati i terreni di cui ci occupiamo, dichiara non poter essere i Diaspri una Roccia appartenente alle masse plutoniane, e solo ammette la possibilità che dipendano da un' alterazione delle Rocce stratificate (1).

Emanuele Repetti riconobbe nella Garfagnana fra *Piazza*, *Sala*, *Campòrgiano*, ec. le plutonizzazioni del Macigno per effetto delle masse ofiolitiche, e, benchè concisamente, ne diede notizia con bello stile nell' utile e laboriosa opera che sta pubblicando (2).

Il Marchese Lorenzo Pareto, e Girolamo Guidoni narrando quanto osservarono nella riviera di Levante s' esprimono nel modo seguente, riguardo alle solite plutonizzazioni. « In queste nostre gite ci si sono « presentati molti fatti da non lasciarci alcun dubbio « sull' opinione già da altri professata, ed in specie « dal Savi, che generalmente cioè appartengano e « faccian parte di questa formazione del macigno « quelle varie modificazioni degli schisti argillosi, « che impregnate di manganese, sovente all' avvici- « narsi delle Serpentine prendono l'aspetto del Dia- « spro, più o meno compatto e di color talora rosso, « talora variegato d' altre tinte, come sarebbe il ver- « de ed il pavonazzo » (3).

Boblay e Virlet, geologi della Spedizione francese in Morea, riscontrarono ancora essi presso le masse serpentinose ed eufotidiche della Grecia, delle brecce e diaspri, ma non osarono emettere la loro

(1) De la Bèche. *Manuel Géologique trad. franc.* Paris 1833, pag. 598.

(2) *Dizionario Geografico, fisico e storico della Toscana*. Firenze 1833. Vol. I. pag. 436.

(3) *Sulle montagne del Golfo della Spezia, e sopra le Alpi Apuane. Lettera geognostica di Girolamo Guidoni, e Lorenzo Pareto*. Biblioteca Italiana Tom. XVII. 1832. pag. 262.

opinione sull'origine di tali Rocce (1). Ed in fine

M. Boué ha veduto nell'alta *Albania* delle grosse masse di Diaspro rosso e verdastro che passano agli schisti dai quali sembrano derivare, in conseguenza delle modificazioni state prodotte dalle Dioriti, Eufotidi, e Serpentine (2).

Ma ancorchè diversi naturalisti avessero prima d'ora riconosciuta l'esistenza delle descritte rocce modificate, niuno le aveva sufficentemente studiate per conoscere chiaramente la natura, e l'origine, e per apprezzarne l'importanza. Perciò l'esame del suolo ove simili plutonizzazioni son tanto abbondanti, mi lusingo debba essere stato assai utile per la scienza.

Riunendo adunque per conclusione quanto in questo Capitolo ho esposto di più importante, dirò

I. Che le Rocce nettuniane componenti i terreni del macigno a contatto delle Rocce ofiolitiche han quasi sempre sofferte delle alterazioni, e da queste sono state più o meno modificate.

II. Che le masse delle Rocce nettuniane poste al di sopra delle plutoniane son sempre le più modificate, mentre quelle che restano al di sotto per il solito lo sono pochissimo.

III. Che le Rocce schistose ordinariamente lo son più delle calcaree, ma che li strati di quest'ultime si trovan di frequente molto assottigliati, e più o meno depauperati della materia calcarea.

IV. Che le alterazioni sofferte dai terreni argilloso-calcarei del macigno, possonsi distinguere nelle seguenti tre specie.

1.ª In quella nella quale tali Rocce han sofferto

(1) *Bull. Soc. Géolog. de France.* Tom. V. pag. 365.
(2) *Idem* Tom. IX. pag. 138.

un'alterazione notabile di colore; che si mostrano divise in frammenti prismatici o romboidali, non variando che poco la loro durezza, punto la struttura stratiforme, e che han perduta bene spesso la facoltà di fare effervescenza con gli acidi. Ed allora costituiscono il così detto *Galestro*.

2.ª In quella nella quale le variazioni de' colori furono maggiori, giacchè presentano il rosso, il paonazzognolo, il giallo, e tutte le loro miscele, che acquistarono durezza silicea, conservando sempre struttura stratificata, ma perdendo affatto la facoltà di fare effervescenza. Allora costituiscono i *Diaspri*.

3.ª In quella nella quale oltre ad essere accaduta variazione di colore, avvenne anche variazione di struttura, giacchè in esse sparì la struttura stratificata, e vi subentrò la struttura massiccia, o impastata, o brecciata; sono più o meno effervescenti, e non racchiudono parti di Rocce ofiolitiche. Esse costituiscono il *Gabbro rosso*.

V. Che qualchevolta queste tre specie d'alterazioni esistono in una medesima località, e non di rado passando l'una nell'altra: ma che si trovano ancora sole e distinte.

VI. Che nell'ultima delle indicate specie d'alterazione, la quale sembra essersi formata in grazia d'un rammollimento e d'un impasto di quella data porzione delli strati schistosi e calcarei del Macigno a cui è accaduto, vi si trovano, benchè raramente, sviluppate alcune delle specie minerali che fan parte delle Rocce ofiolitiche, come il Diallagio, ed il Feldispato.

VII. Finalmente che qualche volta le Rocce ofiolitiche si mescolano con le nettuniane alterate, dando allora origine a delle vere amalgame ofiolitiche.

CAPITOLO V.

IPOTESI CIRCA ALL' ORIGINE DELLE ROCCE OFIOLITICHE.

Mentre il Geologo percorre i monti e le valli, studiandone i materiali e l'interna composizione, avviene spesso che godendo delle bellezze della natura da cui è circondato, la sua fantasia s'esalti, ed abbandonandosi egli al desiderio di conoscere la storia del suolo sul quale si trova, dimentichi la ristrettezza e scarsità della propria scienza, e, almeno per un poco, lasci libero campo all'immaginazione. Chiunque si è occupato di questa sorta di studi, ed ha gustato il diletto delle peregrinazioni geologiche, sa certamente quale sforzo vi voglia per impedire alla propria mente d'abbandonarsi con troppa libertà alle ipotesi. Ma egli deve sapere ancora di certo, come alcune volte in quei momenti, nei quali, direi, più ci parla la circostante natura che il nostro raziocinio, in quella folla delle idee dalle quali si è pieni, si presentino alcune luminose vedute, che quantunque basate allora sopra un lontanissimo appoggio, pure in seguito, mediante il ritrovamento di nuovi fatti, si riconoscono giuste e vere.

Quanto son per esporre in questo capitolo, è figlio appunto d'una delle sopra citate circostanze. Lo referisco senza attaccarvi importanza, ed al solo oggetto di richiamare su di esso l'attenzione di Geologi, di me più esperti.

L'ipotesi di cui intendo parlare consiste nel con-

siderare le Rocce ofiolitiche come un'alterazione, o come una scoria di alcune Rocce nettuniane, fuse, alterate ed impregnate di materie estranee, dall'azione del calorico, dell'elettricismo, e de' principj che si pongono in attività dalle vere Rocce plutoniane (cioè i metalli, e fra questi specialmente il ferro), allorquando si emanarono dalle viscere della terra: nel modo stesso, per esempio, che le Dolomiti sono un'alterazione del calcare del Lias appenninico ec. Questa mia supposizione la quale ho pubblicata fino dal 1834 (1), mentre accennai ancora l'ipotesi di considerare la maggior parte delle Rocce massicce o ignee come il resultato dell'azione delle Rocce metalliche sopra i prodotti delle acque, cioè sulle Rocce nettuniane, ebbe origine dall'osservare quei passaggi graduati che mediante il *Gabbro rosso* connettono il prodotto delle acque con quello del fuoco; l'unione delle Ofioliti con le Dioriti: lo sviluppo repentino della Serpentina nelle Rocce calcaree ove furono con le plutoniane in contatto ec. Gli esempi ed i fatti seguenti, parte frutto delle mie proprie osservazioni, parte di altri Geologi, mi sembra sieno di qualche peso per sostenere una simil teoria.

Nel Vicentino ove le iniezioni e trabocchi di *Porfido pirossenico* son così frequenti, in *Val di Pechele*, a *Soggio Marzo*, fra *Racoaro* e *Schio*, vedesi al contatto d'un filone porfirico con la massa calcarea nella quale scorre, che il Calcare è convertito in Serpentino calcarifero. Questo fatto interessante da me stesso osservato, fu pubblicato nel 1824 dal *Maraschini* (2).

In Sassonia presso *Weimbohla*, località resa cele-

(1) *Sulla scorza del Globo terrestre, e sul modo di studiarla* pag. 48.

(2) *Sulle formazioni delle Rocce del Vicentino, Saggio geologico di Pietro Maraschini*. Padova 1814.

bre per le osservazioni fattevi dal Profess. Weiss di Berlino (1), ancor questa da me visitata, trovasi un filone di Sienite iniettato nella pietra calcare, foderato d'un leggero strato serpentinoso, dove è col calcare a contatto.

Il Dott. *Macculloch* ha osservato a *Clunia* in Scozia nel *Perthshire*, un Trapp che si converte in Serpentina ove è a contatto del calcare. Il filone di Trapp che traversa la massa calcarea ha l'aspetto del Grunstein: ha una struttura schistoide, che diviene sferoidale accostandosi al calcare. Seguendo il corso del filone dentro quest'ultima roccia, trovasi ad un tratto che egli convertesi in Serpentina, senza che nulla possa far presagire un tal cambiamento. Così si può in quel luogo seguire il passaggio o la conversione del Grunstein in Serpentina, ma soltanto nei posti ove il filone traversa il calcare, giacchè un tal passaggio non accade in quei punti ove egli traversa lo schisto, o un conglomerato. Lo stesso Geologo fa in altro luogo conoscere che a *Strath* altro filone di Trapp traversando il marmo bianco, si converte in Serpentina alla superficie: e che vedesi nel punto di contatto una zona di Serpentina trasparente e di color verde, che è mescolata al Calcare (2). Tali fatti mentre provano il frequente passaggio del Grunstein e Trapp nella Serpentina, provano poi ancora chiaramente, l'influenza che ha per produrre una tal conversione la sostanza calcarea.

Le sopra esposte osservazioni dimostrano adunque che in molte circostanze i minerali affini alla Serpentina, e la Serpentina stessa si son prodotti nel punto di contatto delle Rocce calcaree con la Sienite, con il

(1) Vedi nell' *Epilogo* che è aggiunto alle *Ricerche geologiche sull' epoca a cui si deve referire il sollevamento delle Alpi Venete, di Lodovico Pasini,* stampate in Padova il 1831.

(2) *De la Béche, Manuel géologique pag.* 595.

Grunstein, la Vache. Molti altri fatti mostrano poi come il ferro ossidulato, ed oligisto iniettandosi in simili rocce nettuniane, han dato origine a minerali simili, e ad anfiboliti.

Citerò fra questi ultimi i seguenti come i più rimarcabili. Presso la *Torre di Rio* nell' *Isola dell'Elba,* vedesi nella parte calcarea della montagna che è tagliata a picco, ed al mare imminente, un grosso filone di ferro, il quale per l'azione e miscela con la Roccia calcarea, vi ha prodotte molte specie di minerali: fra queste vi è l'*Ilvaite* o ferro calcareo selcioso, e l'Anfibolo radiato (1) il quale passa all'Asbesto. A questa porzione di monte sta soprapposta la gran massa di Gabbro polarizzato, con Diallagio biancastro, che ancora addietro ho citato. Nella stessa Isola dell'Elba, al *Capo Calamita* dove il filone del ferro ossidulato magnetico traversa il Verrucano ed il soprapposto Calcare, in varj punti non solo il Calcare è impastato con l'Anfibola scura, ma ancora con Anfibola glauca, che insensibilmente passa ad un Asbesto Amianto, sericeo, ed esso pure glauco. Nell'interno pure del ferro ossidulato trovasi racchiuso dell'Amianto: varj pezzi di tal ferro si conservano nella collezione geologica del Museo Pisano. Si noti ancora, che, come l'ho già narrato più addietro, nella medesima località il ferro è accompagnato da una roccia dioritica, la quale pure passa in varj posti all'Asbesto.

Nella memoria che pubblicai il 1830 *sul Mischio*

(1) Di questo minerale che io quì chiamo *Anfibolo,* così parla Beudant quando tratta dell' *Ilvaite,* con la quale frequentemente trovasi annesso, specialmente presso la *Torre di Rio* « Elle « (l' Ilvaite) est accompagnée de matières vertes cristallines fi- « breuse ou compactes, que l'on regarde comme appartenant au « groupe pyroxenique, mais qui pourroient bien être une sub- « stance particulière ». *Traité élémentaire de minéralogie,* 2.ª édit. T. 2. p. 177.

di Serravezza, parlai d'una camicia o di Talco, o di Clorite, da cui son foderati i frammenti del calcare salino ove sono a contatto del cemento anfibolico, d'aspetto di Vache. Ed Alessandro Brongniart rendendo conto di questa memoria negli Annali delle Scienze Naturali (1), attribuisce l'origine di tali minerali all'azione del cemento sulla pietra calcare. Posteriormente alla pubblicazione della citata memoria conobbi che detto cemento non è altro che una roccia proveniente dall'azione d'un grosso filone di ferro ossidulato sulla calcarea: imperocchè dal lato opposto del monte ove sono le cave del mischio suddetto, cioè nel versante del *Canal di Cardoso*, ricomparisce il mischio stesso, il quale bensì nel mezzo del filone non ha più per cemento la roccia anfibolica, ma invece il ferro ossidulato.

Oltre agli esposti fatti, per l'oggetto del presente capitolo sono, a parer mio, molto importanti ancora le due seguenti considerazioni.

I. Della costante esistenza del ferro ossidulato nella Serpentina: il qual ferro vi si trova anche in tanta abbondanza da produr sempre un sensibile movimento nell'ago magnetico, e spesso ancora da dar luogo al fenomeno della polarizzazione nella roccia stessa. Il Brongniart assegnò alle Serpentine, come uno degli essenziali caratteri, il contenere il ferro: e precedentemente l'Hauy avendo ancor esso riconosciuto il ferro come un componente costante di questa roccia, credette che la Serpentina altro non fosse che Steatite impregnata di ferro ossidulato.

II. Del non essersi fino ad ora veduto nell'interno delle masse di Serpentina Toscana alcun filone di ferro ossidulato nè di ferro oligisto, quantunque tali filoni sieno abbondantissimi fra noi, ed anche

(1) Tom. 21. pag. 68.

in molte località si trovino molto prossimi alle masse serpentinose.

Il secondo di questi fatti, qualora da ulteriori osservazioni non sia distrutto, proverebbe che le masse serpentinose non sono più antiche de' filoni di ferro; e per conseguenza o che esse son più recenti, o contemporanee. Nulla ci dà ragione di considerare la Serpentina per posteriore ai filoni ferriferi, perciò sembra debbasi credere contemporanea. E siccome le osservazioni quì addietro riportate mostrano che la presenza del ferro originò nelle masse nettuniane da esso penetrate, oltre molte altre specie minerali, anche l'Anfibola, e Rocce anfiboliche, e vere Dioriti, le quali poste nelle medesime circostanze, cioè ancor esse in contatto con Rocce nettuniane, produssero il Talco, la Clorite, l'Asbesto, (minerali che da varj naturalisti ed in specie dall' Hauy son riguardati quali semplici modificazioni della Serpentina) sembrami, dico, assai ragionevole il riguardare la Serpentina, come ho notato in principio, uno de' resultati mediati o immediati dell'azione delle masse ferree sopra le nettuniane. Ed anzi avendo noi già veduto che la Serpentina passa di frequente alla Diorite, io considero la prima come una modificazione della seconda, e sono inclinato a credere sia quest'ultima, generalmente parlando, la generatrice dell'altra. Dimodochè con tal supposizione il ferro sarebbe stato il produttore delle Rocce dioritiche, e queste delle serpentinose.

CAPITOLO VI.

DE' FILONI E DELLE VENE CHE ATTRAVERSANO LE MASSE SERPENTINOSE.

Abbiamo di già in questa stessa memoria avuto luogo di parlare più volte dei filoni che ne' Serpentini si trovano. È adesso mio pensiero di fermarmi un poco sopra tal soggetto, onde studiare con maggior cura il fenomeno della lor formazione, ed i materiali che li compongono, tanto più che in questi si trovano quei minerali di rame, l'escavazione de' quali promette di far risorgere in Toscana l'industria metallurgica, non solo quasi scordata fra noi, ma anche disprezzata.

Son più qualità di pietre quelle che stanno riunite in uno stesso filone, ma per il solito una sola è quella che abbonda sulle altre: così che si possono i filoni stessi distinguere nel modo seguente, vale a dire in altrettante specie quante son quelle de' minerali che vi predominano.

Specie 1.ª *Filoni granitici.*
2.ª *Filoni opalini.*
3.ª *Filoni calcedoniosi.*
4.ª *Filoni feldispatici.*
5.ª *Filoni siliceo-calcarei.*
6.ª *Filoni miemmitici.*
7.ª *Filoni cupriferi.*

L'iniezione del Granito entro la Serpentina, fatto di grande importanza per la nostra geologia, e da me riscontrato all'Isola dell'Elba, lo feci conoscere

nel 1833, e lo rappresentai ancora con un disegno. Per non mi estendere di troppo, non riporterò quì tutto quanto ne dissi, e solo rammenterò che ove la Serpentina è a contatto del Granito essa è stata convertita in una bella *Nacrite* di vario colore, cioè ora color d'oro, ora di madreperla, ora glauca. Dai filoni granitici partono molte diramazioni o vene, le quali non per tutto sono dal Granito ripiene, ma solo per un piccolo tratto in prossimità del filone, indi al Granito subentra una materia silicea di pasta mal distinta, che poi diviene una specie di *Casciolongo*. Dalla parte di mezzogiorno del sito ove sono le iniezioni granitiche, cioè presso *S. Pietro in Campo* nella stessa Isola dell'Elba, al luogo detto *il Calcinajo*, tutta la massa serpentinosa è traversata da filoncelli e vene che fra loro si anastomizzano, e son formate da *Casciolongo*, da *Idrofane*, e da *Opale grossolana*.

Questi fatti provano chiaramente che i filoni opalini non son che una dipendenza de' filoni granitici: ed essendo comune opinione che l'*Opale*, *Casciolongo* ec. siano il resultato di depositi o precipitazioni aquee, provano egualmente quello che molte altre osservazioni c'inducono a pensare circa alla fusione de' Graniti, cioè che essa non fu soltanto prodotta per via *secca*, o dalla sola influenza del fuoco, ma ancora vi si unì la via *umida*, cioè l'azione dell'acqua portata ad un immenso calore, in grazia della pressione.

Nella precedente mia memoria (1) ho a sufficienza parlato de' *filoni calcedoniosi*, e *miemmitici*, perciò su di essi altro non dirò, e solo farò osservare che la relazione grande de' primi, per le materie che contengono, con i filoni opalini, dà luogo a so-

(1) *Su i terreni stratificati ec.* Nuovo Giornale de' Letterati, anno 1838.

spettare sieno anch'essi con i granitici connessi. Ho di già fatto ancora osservare i rapporti che passano fra i *filoni calcedoniosi*, ed i *miemmitici*.

Abbiamo anche in questo scritto di già parlato de' *filoni feldispatici*, e particolarmente di quelli di Feldispato-albite, perciò molto non mi tratterrò a discorrere di una tal qualità di filoni: solo credo utile di citare un'altra località, oltre le accennate, ove se ne osserva un bello e grandioso esempio. Nel taglio fatto nella massa serpentinosa di *M. Vasino*, per costruire la strada che dalla villa e fattoria di *M. Vaso* conduce alla *Castellina*, e precisamente accanto al piazzale della villa, si osserva un grossissimo filone di *Feldispato-albite*, compatto, ed omogeneo, che inalzasi fino alla superficie del terreno, ed a destra e a sinistra diramasi non solo, ma s'interna, e s'impasta con la circostante Serpentina. Ove accade un tale impasto, la Serpentina che nel Feldispato resta rinchiusa, è convertita in Diallagio, così che mentre la massa del filone è da pura Albite costituita, egli sta in mezzo ad una Eufotide, e mediante questa roccia direbbesi che con la Serpentina s'unisce e connette. È da notarsi che a poca distanza dalla citata massa feldispatica sono stati ritrovati varj cospicui filoni contenenti del Rame piritoso, e de' quali quì appresso parleremo.

Siccome de' *filoni siliceo-calcarei* delle vicinanze di *S. Dalmazio* ne discorsi a sufficienza nella mia precedente e quì sopra citata memoria, resta solo ad occuparsi de' *Filoni cupriferi*.

DE' FILONI E VENE CUPRIFERE DELLE MASSE SERPENTINOSE.

Avanti che si incominciassero ad escavare le mi-

niere di Rame toscane, può dirsi che appena si conoscesse l'esistenza de' filoni metalliferi nelle masse serpentinose. Ma adesso, benchè tali filoni sieno quasi ignoti ai naturalisti, essi son ben noti ai nostri minatori, giacchè dalla cognizione di loro possono soltanto avere una guida nelle ricerche del minerale di Rame. Il presente articolo in conseguenza, quantunque imperfetto che sia, non può a meno, a mio parere, di essere interessante, avvegnachè oltre a contenere de' fatti valutabili assai dal geologo, deve offrirne ancora di quelli degni di esser conosciuti dal Mineralogo e dagli Ingegneri di miniere.

FILONI DI MONTE CASTELLO.

È frequentissimo il vedere in Toscana le masse della nostra Serpentina, la quale come ho detto è sempre diallagica, attraversate da grossi filoni, o come meglio vogliansi chiamare *rilegature* di Steatite, che convertonsi spesso, o si confondono con altre di Asbesto, e Magnesite. Ma per bene osservare tal cosa conviene esaminare quelle masse, che per qualche accidentalità essendosi spaccate e divise, presentano, dirò così, le loro viscere; per tal riguardo certamente fralle più interessanti son quelle di *Monte Castelli* e *Rocca a Silano*, le quali, come più volte ho accennato, son separate dalla gola attraverso cui passa il torrente *Pavone*. Nei lati adunque di questa gola, o immenso spacco, lati che sono in generale formati dalla Serpentina, veggonsi moltissimi filoni i quali in varie direzioni l'attraversano dal basso all'alto, sempre però più o meno inclinati. Essi si diramano spessissimo, penetrando nell'interno della massa ofiolitica, con la quale queste diramazioni sembra si colleghino, e s' impastino. Nonostante se

ne vedono di quelli che dopo una certa estensione spariscono, e poco più là ricompariscono. In molti siti non vi è alcuna giuntura, o soluzione di contiguità fra la sostanza che forma il filone, e quella della circonvicina roccia, l'una con l'altra essendo collegate da un passaggio insensibile; ma il colore, e spesso la tenacità e compattezza le distinguono chiaramente. Non son sempre le stesse sostanze, come ho detto, che costituiscono i filoni. A *Monte Castelli* spesso è una roccia molto somigliante per la consistenza, e tenacità allo stesso Serpentino; così per esempio presso al *Botro della Concia* trovasi un grosso filone di questa natura, diretto obliquamente da N. E. a S. O. inclinato verso quest'ultima parte, e che ha ancora la proprietà del Serpentino d'agire sull'ago calamitato, ma il suo colore è ora giallo paglia, ora biancastro, ora glauco.

La porzione più grossa di questo stesso filone è più disgregata, la tessitura quasi schistoide, formata cioè da lastricelle tubercolose, dure, con superficie pulverulenta, di tatto untuoso, e vi si trovano dei noccioletti o cogoli smussati, lustri ed untuosi alla superficie, formati di una roccia simile al Gabbro, quantunque non diallagica. Questa disgregazione della parte media de' filoni è frequente in quella ed in altre montagne serpentinose, ed avremo luogo di citarne molti altri esempi; come pure è frequente il trovare in quella materia di consistenza terrosa racchiusi de' ciottoletti di natura diversa.

Tornando a parlare delle vene, debbo avvertire che trovansi alcune porzioni di Serpentina nelle quali le vene perdendosi nella massa, pare sieno state esse che abbiano dato origine a quelle belle macchiature della Serpentina da me addietro descritta, e che han valuto a questa pietra il suo nome volgare, assomigliandola alla veste di un serpe.

Di tal categoria è la Serpentina che trovasi vici-

no al filone del *Botro della Concia*, contenente Diallagio imperfettamente cristallizzato, in alcuni posti color verde bottiglia in altri glauco-giallo, e questi colori dall'uno all'altro passano insensibilmente. Tal Serpentina è traversata da numerose vene di varia grossezza di una pasta bianco-gialliccia, compatta, a frattura scagliosa, graffiabile coll'acciaro, di tatto untuoso: le vene sono o parallele fra loro, o di quando in quando s'anastomizzano, e si confondono con la porzione gialla della Serpentina che penetra con dendriti nella pasta serpentinosa gialla. Accanto però a queste vene intrecciate, la Serpentina stessa non ha più quel colore, ma un nerastro verdognolo che sfumandosi adagio adagio, nel solo spazio di tre o quattro linee sparisce e col giallo si confonde. Dimodochè mentre osservando l'espansione della materia delle vene del filone nella massa serpentinosa, siamo disposti a pensare che quel colore, e quello stato della Serpentina fossero originati dalla sostanza che formò quei filoni: esaminando poi l'ultime diramazioni di queste vene, nasce l'idea che esse ed i filoni stessi si producessero dalle materie trasudate, o, dirò così, secrete dalla sostanza serpentinosa.

Ne' grossi filoni che incontransi nelle balze di *M. Castelli*, ed in quelli di *Rocca a Silano*, non di rado vi si veggono degli indizi di minerale di rame e sovente ancora di piriti di ferro. Nel così detto *Vallone di Baldo* ve ne furono riscontrati anche ne' passati tempi, e fin d'allora (probabilmente nel 1585 sotto Francesco I), vi s'incominciarono de' tentativi d'escavazione.

Altri indizi ne vidi nel citato filone del *Botro della Concia*: ma il filone il più ricco in rame è quello detto della *Cava del Pavone*, giacchè sta nella parte più bassa della falda di quel monte, che dal *Pavone* è bagnata.

Inalzasi questo filone in una massa serpentinosa abbondantissima di Diallagio, che in molti luoghi prossimi al filone stesso sviluppandovisi l' Albite, si converte in Eufotide. Questa Eufotide è notabile per l' abbondante pasta feldispatica di color bianco sudicio, ed il Diallagio che racchiude ha color verde bottiglia, ma tanto imperfettamente cristallizzato che in varj posti è quasi compatto, e là in nulla dalla Serpentina differisce. Il filone di cui si parla fa un angolo di circa 60 gradi a mezzogiorno, ed è diretto presso a poco dal S. all' O. Ha variabilissima grossezza: ne' luoghi ove questa è maggiore ha un braccio e mezzo, ma altrove si assottiglia, mandando di quando in quando delle diramazioni. Resulta il filone in gran parte da Steatite, or giallo-glauca, or verde-bottiglia: ma in alcuni luoghi contien anche un minerale di durezza tale e di tale aspetto, che ora rassembra Giada, ora Feldispato compatto, ora Quarzo; in qua ed in là vi sono altre masse globose o torulose, ora impastate alla Steatite ed alla materia giadosa, ora da questa distinte: masse formate da un minerale non effervescente, che non si converte in gelatina con l'Acido Nitrico, che mediante il tubo ferruminatorio si fonde, che facilmente si graffia con l'acciaro, che ha color candido: è diafano, di struttura radiata e con un gran numero di centri, dai quali partono e divergono i sottilissimi aghi che ne formano la massa. Passa ancora il descritto minerale ad un altro del tutto compatto, che prenderebbesi per Quarzo, minerale il quale come uno strato involge e racchiude le masse radiate. In molti luoghi poi vi son racchiusi de' noccioli di *Rame solfurato* paonazzo e compatto, o confusamente lamellare, i quali son perfettamente involti e quasi impastati con la materia di aspetto quarzoso; e questa materia ne' punti di contatto col detto *Rame solfurato*, è sovente colorita in verde dal *Rame carbonato*.

Il *Rame solfurato* non trovasi in quel filone soltanto in noccioletti staccati, ma spesso in grosse e larghe lastre, le quali però quasi mai sono di puro solfuro di rame, sempre bensì riunite a qualcuna delle altre sopra indicate specie di pietre.

Benchè, generalmente parlando, il filone sia connesso alla roccia costituente il monte, pure in alcuni luoghi ne è staccato, non so se per primitiva formazione, o per forte movimento sofferto dal monte: quando però vero fosse quest' ultimo caso, l' esser esso avvenuto, prova che il filone in quei posti non era intimamente connesso con la massa del monte stesso. Ove osservasi questa interruzione di contiguità, fra le *salbanda* e il tetto e il muro, vi è sovente una *losima* più o meno distinta, di natura terrosa e steatitica, sovente colorita dal rame.

Nel 1832 dalla *Società d'Industria minerale* si eseguirono alcuni lavori di saggio nel sopra descritto filone, che consistettero in due gallerie soprapposte in piano diverso, l' una profonda metri 45, l' altra metri 50: e lavorandovi interrottamente fino a porzione del 1834, vi estrassero 19,486 libbre del buonissimo minerale quì addietro descritto, che ridotto in metallo alla fonderia dell'Accesa fruttò lire 6,630. Quel minerale, secondo un saggio fatto nell' I. e R. Laboratorio docimastico di *Valle Imperina d'Agordo,* fattomi conoscere dal sig. Luigi Porte, diede 61 per 100 di Rame. E secondo i *Saggi d' alcune miniere delle maremme Toscane*, pubblicati nel Giornal di Commercio di Firenze, N.° 38 del 1838, lo stesso minerale contiene di Rame 70, 35. So che contiene ancora una piccola quantità d'Argento.

FILONI DI MONTE VASO.

Non esistendo fino adesso a *Monte Vaso* nessuna regolare escavazione (1), e solo essendovi stati fatti de' semplici saggi, poco per adesso si conosce la natura de' suoi filoni.

Appariscono essi all' esterno delle masse ofiolitiche con un aspetto molto simile a quello de' filoni di *M. Castelli* e di *Rocca Tederighi*. Si vedono nella Serpentina fasce più o meno larghe di materia bianca, la quale nei luoghi in cui ha sofferte le intemperie è ridotta in terra bianca untuosa. Detta materia s' interna nel monte, divenendo bensì più compatta, ora di apparenza steatitosa, ora asbestoide. I filoni principali diramansi, e insinuandosi nella Serpentina ne involgono varie porzioni; dividonsi nuovamente, e si convertono infine in vene che hanno allora assolutamente la tessitura di un *Asbesto duro* color bianco glauco.

Presso la fattoria di M. Vaso ove sono stati fatti i principali saggi, furon trovati, mediante una galleria orizzontale due filoni, il più grosso dei quali, che è il più interno, ha di diametro circa due braccia e mezzo, e dirigendosi dal N. O. al S. E. inclina circa gradi 25 a N. E. Egli è ripieno di una specie d'Argilla simile a quella chiamata *Argilla litomarga* dal Brongniart, di color biancastro tendente al glauco verdastro, non effervescente, di tatto untuoso, che impastasi un poco con l'acqua, tramandando odore argilloso. Contiene questa sostanza dentro di sè un'

(1) Ciò era vero all' epoca in cui fu scritta questa memoria, vale a dire nell' estate del 1838. Adesso peraltro sò che de' lavori regolari vi sono stati intrapresi.

6

infinità di ciottoletti di una Steatite indurata e di tatto untuoso, di varie dimensioni, alcuni essendovene grossi quanto la testa di un bambino, e de' piccoli quanto i grani di arena; tutti hanno gli angoli smussati, e le superficie più o meno tondeggianti, quantunque per le forme diversifichino moltissimo, giacchè ora sono subrotondi, ora bislunghi, ora stiacciati.

Entro questa specie di breccia disgregata, trovansi frequentemente de' noccioli con *Rame piritoso*. Questi noccioli s'incontrano non solo nei grossi filoni, ma ancora nelle vene che da questi si diramano, il che spessissimo accade, essendo per il solito gran parte della roccia ofiolitica circonvicina, tutta divisa e penetrata da dette vene. Accade bensì ordinariamente che nel penetrar nelle vene la materia biancastra, o cemento che chiamar si voglia, prende, come già si è accennato, l'aspetto dell' Asbesto. In alcuni punti del filone oltre al Rame piritoso, vi si son trovati anche de' noccioli che in parte erano d'un bel *Rame solforato paonazzo*. Questa specie di minerale si è trovata in quelle parti più inferiori del filone, che fino ad ora sono state esplorate.

Que' noccioli piritosi, alcuni anche molto voluminosi, han varie forme; o sono stiacciati, o attondati, ma sempre come i noccioli pietrosi han gli angoli smussati e tondeggianti, e le superfici levigate e solcate, quasichè avessero sofferta una forte confricazione e avessero strisciato sopra de' corpi duri. La parte interna de' noccioli cupriferi non è mai formata di solo minerale di rame: questo vi è qualche volta in masse irregolari, alle quali da uno o da un altro lato sono unite, o interposte a loro, porzioni di materia pietrosa di varia natura; ora questa materia è verdastra di tal durezza da non graffiarsi con le unghie, benchè si graffi col ferro, e di tatto untuoso: altre volte è nera, d'aspetto quasi piceo,

estremamente untuosa al tatto, di frattura resinosa, e sembra una varietà di Steatite. Quel Rame piritoso trovasi ancora in lamine assai larghe o vene tortuose, che racchiudono fra l'una e l'altra la sopra indicata sostanza pietrosa verdastra.

È meritevole di considerazione l'irregolarità di struttura del Rame piritoso racchiuso ne' noccioli o ciottoli, giacchè non avendo essa nessun rapporto con quella del nocciolo stesso, mostra chiaramente che il minerale di Rame, allorquando si consolidò non aveva nè la forma, nè le dimensioni attuali, e che le ha acquistate in conseguenza d'essersi le primitive masse rotte e divise. Sembrami ancora da osservarsi che malgrado le più accurate ricerche, non mi è accaduto di trovare nè fra i noccioli pietrosi, nè mescolata alla pirite di Rame, porzione alcuna di Ofiolite e di Serpentina diallagica o di Eufotide, Rocce le quali per il solito costituiscono le pareti del filone stesso.

Il Rame piritoso di quei filoni e di quelle vene ha un bel color giallo di ottone, ha frattura scagliosa, è compatto, o leggermente granuloso, ma giammai l'ho trovato cristallizzato. Secondo l'analisi d'un saggio di questo minerale, misto a matrice, fatta dal sig. Andrea Cozzi di Firenze e pubblicata nel corrente anno, egli lo trovò composto di

Rame	24,50
Ferro	8,16
Zolfo	6,71
Ganga	60,63

Fra i componenti della Ganga il prelodato chimico vi trovò anche il solfato di Barite.

I filoni cupriferi di cui parliamo non sono sparsi per tutta l'intiera montagna ofiolitica; anzi ve ne sono alcune porzioni nelle quali niuno ne apparisce,

e tutta vedesi formata da un' Ofiolite diallagica massiccia, divisa solo da semplici spacchi, che di qualunque sostanza straniera son privi. Sembra bensì che i filoni medesimi, come in altre località delle quali parleremo in appresso, si continuino ancora nella Roccia nettuniana modificata. Presso il più volte citato *Botro alle Donne*, nel Gabbro rosso soprapposto alla massa ofiolitica che giace nel fondo del Botro, appariscono le testate di varj filoncelli cupriferi: e siccome in quella massa ofiolitica veggonsi i filoni della solita *Argilla litomarga* biancastra, si ha un potente motivo di credere, non essere i primi che una continuazione, o una diramazione de' secondi.

FILONI DI ROCCA TEDERIGHI.

Molti filoni trovansi ancora nella massa ofiolitica di *Rocca Tederighi*, che abbiamo tante volte avuto luogo di citare, e fra questi ve ne sono diversi assai ricchi in rame. La direzione di que' filoni è in generale dal N. al S., inclinando più o meno a ponente, direzione che si accosta a quella della massa ofiolitica stessa, giacchè hanno un certo parallelismo con le serie delli strati del macigno, framezzo i quali si è fatta strada l'eruzione serpentinosa. Le testate de' filoni vedonsi al solito alla superficie del monte, con la consueta apparenza di strisce, o fasce di una terra bianca, e spesso contengono ancora noccioli di pirite cuprea, mescolata ai soliti pezzi di pietra magnesiaca, come si è detto accadere nei filoni di *M. Vaso*. A *Rocca Tederighi* bensì assai meglio potei studiare quei filoni, giacchè nel 1836 quando visitai la miniera, vi erano molto attivi i lavori, e di tale estensione e profondità, da permettere di esaminar bene una parte delle viscere di quel monte.

Furono colà intraprese le escavazioni nel 1833 con due ordini di lavori, uno superiore detto di *Cava Vignori*, l'altro inferiore detto di *Cava Bonelli*. Mediante di essi varj filoni s'incontrarono, e fra questi due ne descriverò, come i più interessanti, uno appartenente ai lavori inferiori, l'altro ai superiori.

Il filone denominato *Diomercè*, è il più notabile ed il più ricco di quelli trovati con le gallerie della *Cava Bonelli*, cioè de' lavori inferiori. Questo filone è grosso, o, come con termine tecnico dicesi, ha di *potenza* circa un braccio ed un terzo; dirigesi presso a poco al solito dal N. al S., ed inclina a ponente gradi 50. Spesso ha delle diramazioni o vene. Sta dentro una Serpentina diallagica verde scura e compatta, ed è formato della solita materia terrosa bianco-cenerina, o perlata, molto più sfacelata ed impastabile dall' acqua, di quella dei filoni di *M. Vaso*. Come quella emana odor di argilla bagnandola, o alitandovi sopra; è molle ed untuosa al tatto, e racchiudente i consueti noccioletti di varie forme e dimensioni della solita Serpentina e Steatite verde scura, o verde glauca. Qualche volta però ne ho trovati alcuni formati da una specie di Diorite, di tessitura granulare, e color grigio-verdastro chiaro.

I noccioli cupriferi sono, come i noccioli sterili, attondati, e nell' interno di essi la Pirite di rame vi è disposta nel modo stesso che a *M. Vaso*, cioè sempre mista ad una pietra serpentinosa, che come a *M. Vaso* è costantemente priva di Diallagio.

La Pirite di Rame si trova disposta ne' noccioli in masse compresse ed irregolari, le quali si riuniscono insieme mediante vene e diramazioni. La materia pietrosa che resta rinchiusa fra le masse del minerale per il solito è a falde o lastre di disegual grossezza, ma in qualche posto vedesi come annodata, o costituente delle massicelle attondate o tuber-

colose. S'incontrano poi in questo filone de' noccioli nei quali vi è piccolissima quantità di sostanza pietrosa, e quasi per intiero son dal minerale di Rame costituiti.

Negli ammassi del minerale estratto ne osservai alcuni pezzi di una natura molto diversa da quella dei sopra descritti. Essi contenevano il solito Rame piritoso, ma inceppato in una matrice di quarzo, anzichè in matrice serpentinosa.

I minatori mi assicurarono che in generale colà trovavasi il minerale metallifero più abbondante verso il tetto che verso il muro de' filoni: il contrario, cioè, di quanto è stato osservato finora a *M. Catini*.

Le vene di cui sopra ho fatto menzione, e che dal filone si diramano, per il solito son della consueta materia terrosa, ma alcune volte se ne trovano ancora delle intieramente ripiene da Rame piritoso; ed essendo state incontrate varie di queste vene ne' lavori di escavazione, ritrassero da essi buona copia di minerale, il quale non essendo accompagnato dalla matrice terrosa, fu detto esser rinchiuso nel Gabbro. Porzione di una di tali vene, da me veduta presso il filone *Diomercè*, l' ho rappresentata nell' annessa Tavola seconda (figura 2), onde mostrare più chiaramente la sua natura, essendo di grande importanza il conoscere con certezza che il minerale di Rame, almeno fra noi, non trovasi giammai impastato o racchiuso dentro la massa serpentinosa: giacchè quando ciò fosse proverebbe la contemporaneità della sua formazione con quella della massa serpentinosa stessa, vale a dire il contrario di quanto han fin adesso mostrato tutte le altre osservazioni.

Nei lavori superiori, ossia di *Cava Bonelli*, il più importante filone che vi è stato escavato è quello detto *Filone Leopoldo*. Egli ha presso a poco la medesima inclinazione di quello precedentemente descritto, ma la direzione varia, giacchè dopo aver

percorso un certo spazio dal S. al N., dirigesi con linea curva verso ponente. Ha potenza molto ineguale, essendo ora di un braccio, ora di un braccio e mezzo, poi diminuendo e di nuovo diventando ancora di soli due terzi di braccio. È ripieno dalla solita materia terrosa con ciottoli pietrosi; e nel modo sopra indicato, e della stessa qualità vi si trovano formati e disposti i ciottoli contenenti il Rame piritoso e qualche volta ancora del *Rame solforato*. Ma quel che rende per il geologo interessantissimo il *Filone Leopoldo*, si è la di lui situazione, giacchè egli è posto per un certo tratto fra la massa serpentinosa, e quella del soprapposto *Galestro* o *Gabbro rosso*, cosicchè egli ha il letto di Serpentina, e il tetto di Gabbro rosso (Vedi Tav. II fig. 5). Nel fondo però di una galleria stata escavata in questo filone, (che è quella il di cui ingresso vedesi rappresentato nella citata figura), ove il filone stesso volta a ponente, fra il filone e il Gabbro rosso vi si trova una grossa falda di una Roccia verde cupa, granulosa, aspra al tatto, di aspetto della Diorite, la quale forma in conseguenza colà il tetto del filone (Vedi fig. 7 c. della stessa tavola). La Diorite ove tocca il Gabbro rosso ha preso il colore di quest'ultima Roccia, come se si fosse imbevuta degli ossidi metallici da cui quella è ripiena.

Il Rame piritoso di Rocca Tederighi è della medesima qualità di quello di M. Vaso, e ne ha la medesima tessitura e colore. Egli poi, secondo l'analisi pubblicata nel sopra citato numero del Giornal di Commercio, contiene 42,50 per $^{00}/_{00}$ di Rame: e secondo un saggio fatto ad Agordo alcuni pezzi ne conterrebbero 52,7 per $^{00}/_{00}$, altri 28,6; la qual differenza di prodotto deve essere originata, per la maggior rendita, dalla mescolanza col Rame solfurato, per la minore, da un'accidentale mescolanza con la Pirite di ferro.

Questa miniera fu anticamente lavorata, come lo attestano lo stesso Targioni ne'suoi Viaggi, ed il Baldassarri (1), e come lo provano gli ammassi di antichi getti, i pozzi, e le antiche gallerie che vi furono ritrovate. Essa si riaprì dalla *Società d'Industria minerale*, come si è già detto, nel 1833, ed i lavori cessarono poi intieramente nel 1836, non per difetto della miniera, ma per varie vicende sofferte dalla Società stessa. In questo periodo rese tanto minerale, che fuso e ridotto in metallo fruttò la somma di Lire 14,630.

FILONI DI MONTE CATINI.

La miniera di *M. Catini*, o come dicesi ancora di *Caporciano*, essendo quella fralle toscane ove si son fatte le maggiori escavazioni, è la meglio conosciuta. Secondo i documenti raccolti dal più volte citato sig. Porte, documenti che egli pubblicò nel 1833, in un suo dotto ed interessante opuscolo (2), anche prima del 1400 era stato escavato il Rame a *Caporciano*. Un orefice fiorentino riaprì quella miniera nel 1469, che fu poi abbandonata e successivamente ripresa in più tempi. Anche i Granduchi Cosimo I, e Francesco I vi fecero lavorare, ma ogni tentativo cessò nella peste del 1630, dopo la qual'epoca restò negletta e quasi sconosciuta, fino a che nel 1827 in grazia del perseverante coraggio del sopra citato Porte, si incominciarono i lavori dalla attuale Società metallurgica, lavori che anche adesso, ed anzi con attività ed utile, vi si continuano.

(1) Atti dell'Accad. delle Scienze di Siena T. II. p. 34.
(2) *Ragionamento intorno alla riattivazione che si propone d'intraprendere di alcune miniere in Toscana*. Firenze 1833.

Come altrove ho già detto, la montagna metallifera di Caporciano è essenzialmente composta di Gabbro rosso. Le escavazioni antiche e moderne non vi han fatto fino ad ora ben conoscere che un filone principale diretto da levante a ponente, vale a dire presso a poco secondo l'andamento della catena ofiolitica, filone che ha un'inclinazione di circa 45 gradi verso mezzogiorno. Questo filone non acquista tutta la sua grossezza che a quaranta braccia circa dalla superficie del poggio: di lì in basso egli ha due o tre braccia di larghezza: ma in alcuni punti ne ha ancora dieci: e dalle quaranta braccia in su, cioè verso la superficie del suolo, egli è molto più stretto, giacchè dividesi in più rami, che sempre divenendo più stretti, giunti che sono alla superficie del suolo, hanno da un soldo a mezzo soldo di grossezza; possonsi bensì distinguere perchè, in mezzo ad un impasto biancastro o rossiccio, mostrano per il solito delle macchie verdi. È irregolare l'andamento del muro e del tetto di questo filone; e siccome tali irregolarità non hanno fra loro nessun rapporto costante, vale a dire non sempre le convesse del muro corrispondono alle concave del tetto, perciò segue sovente di trovare la larghezza del filone varia, e, come ho detto, da 2 a 10 braccia.

La materia che riempie il filone è una Roccia simile molto a quella che riempie i filoni delle già descritte località, ma molto più disgregata e di aspetto terroso; ha color grigio o cenerino, è impastabile con l'acqua, molle ed untuosa al tatto, per il solito non effervescente con gli acidi, una Roccia in somma che ha un aspetto di un'argilla talcosa. Essa, secondo le ricerche fatte dal sig. Felice Le Blanc, figlio di uno dei proprietarj della miniera, giovane pieno di abilità in mineralogia ed in chimica, consiste quasi esclusivamente di Silice, Allumi-

na, e Protossido di Ferro: la Magnesia non vi è che nella proporzione di 6 per °°/ₒₒ, fatto molto sorprendente se si pone attenzione alla natura magnesiaca delle sottoposte Rocce, dal cui *detritus* si giudicherebbe composta per il tatto saponaceo, carattere che molto la rassomiglia ad una Steatite.

Fra la descritta matrice terrosa e le pareti del filone, quasi sempre vi si trova una *Losima*(1) o strato di materia di aspetto diverso da quello del filone e delle Rocce costituenti il monte: losima, che presenta a parer mio tale interesse da meritare di trattenersi un poco ad esaminarla.

La struttura ordinaria di questa sostanza è schistosa, cioè a sfoglie più o meno ondulate: esse si separano facilmente, e la superficie loro è sempre levigatissima. Son queste lamine per la massima parte di natura argillosa, alcune del colore cenerognolo della terra che riempie il filone, altre del color di gruma di botte proprio al Gabbro rosso. Son queste due sostanze miste insieme irregolarmente, talmentechè è facile il riconoscere alla qualità loro, alla levigatezza della lor superficie, ed al modo con cui son mescolate, non esser altro che il resultato della confricazione prodotta dal movimento del filone su i fianchi della montagna, fra i quali esso filone è compreso. Trovandosi in questa losima racchiusi alcuni materiali provenienti dalle Rocce che costituiscono il monte e di quelli della materia del filone stesso, ed anche de' noccioli pietrosi propri al filone, viene ad esser confermata la probabilità di questa supposi-

(1) Dò il nome di *Losima* a quella sostanza che trovasi spesso fra il filone ed il suo *tetto* e *muro*, la quale ha aspetto, e qualche volta anche natura diversa da quella del filone, e delle rocce in cui il filone stà racchiuso. I Minatori francesi la chiamano *détache* e *lisiere*, ed i tedeschi *besteg;* il nome di losima da me adottato le è dato ad *Agordo*, ed io l'ho prescelto essendo già in uso in una parte d' Italia.

zione. Ma in alcuni luoghi del filone, e specialmente in quelle porzioni di esso che furono ne' decorsi anni traversate dalle varie gallerie, s'incontra una varietà di questa losima veramente singolare. Essa ha color nero-verdognolo, la sua tessitura sembra lamellare: ma le lamelle non han direzione costante, e tutte son messe alla rinfusa: sono splendide come i cristalli di mica, ed anzi al primo colpo d' occhio prenderebbesi quella losima per una roccia micacea. Osservandola però attentamente e col soccorso di una lente, o stemperandone porzione nell' acqua, si riconosce con facilità non essere i supposti cristalli altro che particelle di una terra argillosa forse un poco magnesiaca, ed abbondante in protossido di ferro, le quali furono brunite, e per conseguenza lustrate da una fortissima confricazione. La massa che io descrivo trovasi divisa poi in molte altre più piccole, di forme irregolari, e mediante tramezzi le cui facce han superficie levigata, e sovente colorata del solito rosso epatico.

Nelle medesime località o a poca distanza da queste, trovasi unita alla descritta specie di losima un' altra specie la quale è ancora più singolare. Fralle laminette lucenti son rinchiusi de' globuli della grossezza de' semi di senapa o di miglio, perfettamente rotondi ed ancor essi levigati, splendenti e del solito color bruno verdastro all' esterno, ma che spaccandoli si trovano esser formati di Gabbro rosso. Sembra adunque che dallo stritolamento e confricazione di questa roccia si originassero tali globuli, nel modo stesso che si sarà originata l'altra varietà precedentemente descritta.

Tornando a parlare della materia terrosa del filone accenneremo che essa contiene sempre dentro di se una quantità grandissima di pezzi o ciottoli che come quelli delle altre miniere, hanno gli angoli smussati, e le superfici lustrate, come se fossero stati

rotolati per lungo tempo, o si fossero urtati e confricati fortissimamente fra loro. La loro superficie è nel modo consueto colorata di verde scuro o verde bottiglia, qualche volta ancora del rosso epatico proprio al *Gabbro rosso*, che costituisce le pareti del filone.

La natura di quei ciottoli varia molto. Secondo il solito delle altre miniere alcuni son metalliferi, altri sterili ed intieramente pietrosi. Tutti, come ho già detto, hanno esternamente, oltre la stessa forma, anche frequentemente gli stessi segni di una violenta confricazione, lo stesso colore, lustro, e dolcezza di tatto, ma varia molto la natura della pietra che gli compone. Ve ne sono di quelli formati di Galestro: molti di Gabbro rosso, altri della Roccia ofiolitica compatta omogenea, simile ad una Steatite indurata. Ve ne sono poi non pochi di una vera Diorite simile a quella descritta, ed altri infine di Ofite a pasta grigio-verde, con numerosi cristalli romboidali di Feldispato.

Le varie sorta di Rocce che formano gl'indicati noccioli non han quella compattezza, nè vivacità e freschezza di colore che sogliono avere, ma son sempre dilavate, e di una minor tenacità come se avessero sofferta una qualche alterazione.

Passando ora a parlare dei noccioli metalliferi, dirò che non solo hanno fra loro diverso volume, ma si trovano formati da tre di diversa qualità di differenti specie di minerale di Rame, cioè *Rame piritoso giallo*, di *Rame piritoso paonazzo*, e di *Rame solfurato grigio*.

Il *Rame piritoso giallo*, (detto ancora *Pirite di Rame*, e *Miniera gialla di Rame*: da Beudant *Chalkopyrite*, e dai Tedeschi *Kupferkies*), è simile a quello delle miniere di M. Vaso, e di Rocca Tederighi. Egli ha un bel color giallo, che spesso tende al dorato: altre volte al contrario è più chiaro, il che dipende dalla

variabilità della dose di zolfo che contiene, nón essendo sempre questo unito con il rame nella stessa proporzione. Il sig. Felice Le Blanc ottenne dall'analisi di un pezzo di Pirite di Rame di M. Catini il seguente resultato che si compiacque comunicarmi.

Zolfo	32,392
Ferro	32,794
Rame	32,168
Ganga	1,100
	98,454

Secondo un'analisi che mi ha fatto conoscere il Sig. Porte alcune varietà conterrebbero 20 per $^{00}/_{00}$ di Rame e 0,010 di Argento.

Trovasi a Monte Catini tal minerale spesso formante da se solo de' noccioli, ma sovente ancora misto al *Rame piritoso* paonazzo. In tal caso il paonazzo occupa la parte media del nocciolo, ed il piritoso la periferia, gradatamente unendosi l'una specie nell'altra; e dal modo con cui queste due sostanze son disposte, sembra doversi pensare che la prima di queste si originò per la perdita di una porzione di zolfo della seconda, il quale zolfo per qualche azione chimica disperdendosi dalla superficie, verso questa successivamente portavasi, abbandonando il centro de' noccioli.

Il *Rame piritoso paonazzo*, (*Cuivre pyriteus panaché* de' Francesi, *Bunt Kupererz* de' Tedeschi, e *Phillipsite* di Beudant), ha la frattura recente color di bronzo, ma questa con la semplice azione dell'aria prende in poco tempo un bel color paonazzo che adagio adagio diviene un vivissimo azzurro, cangiante qualche volta in verde. Tal minerale di Rame è ordinariamente compatto ed ha frattura concoide, ma in alcuni pezzi, in specie fra quelli estratti dagli

ultimi lavori, la frattura è granulare, ed osservata attentamente vedesi resultare dall'agglomerazione di piccolissimi cubi. Racchiude quasi sempre dentro di sè della materia pietrosa scuro-verdastra, che è con lui intimamente combinata, e irregolarmente dispersa dentro la massa, ora in semplici curve, ora con ondulazioni. Non di rado vi si vedono ancora dei cristalletti o porzioni di varia forma di Pirite di Rame, il qual minerale si distingue benissimo e riconoscesi allorquando l'altra specie per l'azione ammosferica ha preso il colore azzurro, giacchè la pirite non perdendo mai il suo color giallo, spicca allora vivamente sul fondo azzurro.

Ecco l'analisi di questo minerale fatta dal Prof. Berthier, e comunicatami dal nominato sig. Le Blanc.

Rame	67, 2
Ferro	6, 8
Zolfo	21, 4
Ganga	4, 0
	99,4

Secondo altra analisi favoritami dal sig. Porte, lo stesso minerale conterrebbe 57 per °/₀₀ di Rame, 0,015 per °/₀₀ di Argento.

Il *Rame grigio* è quello dai Francesi detto *Cuivre vitreux*, dai Tedeschi *Kuplerglanz*, da Beudant *Chalkosine*. Egli ha un colore ed uno splendore medio fra quello dell'acciajo e del piombo. La sua frattura è scabra e scagliosa, ed è molto più pesante delle altre specie. Tutti que' noccioli che ne ho veduti erano internamente compatti ed omogenei.

Secondo l'analisi fattane dal sig. Le Blanc contiene Rame 79, 73. Zolfo 20, 27. E secondo altra fattami conoscere dal sig. Porte, Rame 65,35. Argento 0,005. È il più raro delle tre specie.

I noccioli di queste varie specie di minerale di Rame sono al solito di forme irregolari, torulosi, con angoli smussati: quasi sempre racchiudono, o hanno aderenti parti pietrose, e la loro superficie colorata o in verde o in rosso, e levigata, porta sopra un lato o sull'altro le solite impronte di violentissima confricazione.

Varia il loro volume: se ne trovano de' tenuissimi, quasi come rena, ed ancor questi mescolati alla matrice terrosa del filone, si separano con attenzione dai minatori mediante lavature, per inviarsi alla fonderia: molti son di mediocre grossezza, del peso cioè di 20, o di 50 libbre, ma ne sono stati trovati dei voluminosissimi, e fra gli altri uno che pesava circa quattrocentomila libbre. Per il solito son situati verso il muro, anzichè verso il tetto del filone; quasi mai nelle strozzature di questo, ma ordinariamente nei luoghi ove ha delle dilatazioni. L'Ispettore della miniera di M. Catini, Augusto Schneider, abile alunno della scuola di Freiberg, mi ha assicurato che ordinariamente l'avvicinarsi de' noccioli metalliferi suole essere annunziato da un colore rossastro, che prendono la materia terrosa, e la prossima losima.

Corrono già quasi nove anni che lavorasi la miniera di Caporciano dalla Società attuale. Questa miniera essendo la prima stata fra noi riaperta, può dirsi con tutta verità che essa ha servito di scuola per quell'arte quasi dimenticata fra noi: in conseguenza di che infinite difficoltà ed ostacoli dovettero in essa incontrarsi nei primi tempi. E se si rifletta che solo i fondi di pochi particolari furon quei che fecero fronte alle continue e vistose spese, indispensabili in imprese di tal genere, basterà questo a provare che quella miniera offrì sempre belle e grandiose speranze, e tali da mantenere ed alimentare il coraggio dei suoi intraprenditori. In fatto dall'epoca

della sua riattivazione fino al bilancio del caduto anno, erano state estratte da Monte Catini libbre 1,841,266 di minerale, le quali resero in metallo il valore di Lire 312,692. Notabilissime poi son le rendite del corrente anno 1838, giacchè mi hanno assicurato potersi calcolare che quella miniera non dia, ogni mese, meno di Lire 2000 nette.

CAPITOLO VII.

CONSIDERAZIONI SU I FILONI DELLE MASSE SERPENTINOSE, E SULLA LORO ORIGINE.

Le quattro località adesso descritte ci hanno offerto diverse specie di filoni cupriferi. A *Caporciano* abbiamo veduto un grosso filone che traversa il *Gabbro rosso*, filone formato da una terra grigia siliceo-alluminosa, magnesiaca, racchiudente de' frammenti con angoli smussati, superficie levigata e solcata, che alcuni di Rocce ofiolitiche, altri di varie specie di minerale di Rame. La qualità della terra e dei frammenti essendo, generalmente parlando, di natura diversa da quella del *Gabbro rosso*, cioè della roccia componente il monte in cui sono i filoni, e simile alla natura delle rocce ofiolitiche le quali stan sottoposte al *Gabbro rosso*, prova che la massa terrosa stratiforme ove a *Caporciano* sta il minerale, non solo costituisce un vero filone, ma ancora che questo filone è stato ripieno dal di dentro al di fuori.

A *Rocca Tederighi* si son riconosciuti in *Cava Vignori*, ed in *Cava Bonelli*, filoni metalliferi quasi perfettamente compagni a quelli di *Caporciano*, benchè ne differiscano per avere una diversa direzione, per matrice una sostanza di maggior compattezza, che più s'avvicina all'Asbesto, o alla Steatite, e che racchiudano pezzi di miniera metallica non tanto attondati, quanto quelli di Caporciano. Nella stessa massa serpentinosa trovansi delle vene di quel me-

desimo Rame piritoso, alcune volte privo affatto di matrice terrosa, altre volte rivestitone solo da una piccola quantità verso il tetto o verso il muro. Nella *Cava Bonelli* si è osservato che il filone scorre fra il Serpentino ed il Gabbro rosso, vale a dire avendo il Serpentino per muro, il *Gabbro rosso* per tetto.

M. Vaso e *M. Castelli* offrono de' filoni nell'interno della massa serpentinosa, anche meno indipendenti da essa, di quello che lo sieno quelli di *Rocca Tederighi*: e alcune vene di questa ultima località consistono in una materia steatitoso-asbestoide, la quale racchiude noccioli e lastre di minerale metallico non rotte, ma che sembrano della forma e grandezza loro naturale. Questi filoni in varj luoghi, mediante buon numero di diramazioni o vene, s'insinuano, ed anche a posti apparentemente s'impastano con la massa serpentinosa. Nonostante trovansi a *M. Vaso* delle porzioni di filoni che son similissime a quelli di *Rocca Tederighi*.

Da queste osservazioni può dedursi adunque

I. Che i filoni cupriferi di cui si parla, non solo si trovano nelle Rocce serpentinose, ma oltrepassando queste, penetrano ancora nelle masse de' terreni secondarj plutonizzate dalle Rocce serpentinose.

II. Che essi son veri filoni, giacchè non solo resultano da materiali di principj, e struttura diversa da quella della Roccia in mezzo a cui scorrono, ma di più si continuano senza interruzione entro terreni di varia natura.

III. Che questi filoni sono stati ripieni dal basso in alto, giacchè in alcuni (quello di *M. Catini*) vi troviamo frammenti di Rocce le quali tutto ci autorizza a credere debbano far parte di quelle situate più inferiormente, cioè al di sotto del *Gabbro rosso*.

Tali conseguenze che molto facilmente si rilevano

da quanto presentano le descritte località, senza ricorrere in parte ad ipotesi non dan modo di spiegare evidentemente quali furono le cause produttrici de' filoni in questione. Ora quantunque, come già ho detto, sovente l'occuparsi d'ipotesi non sia utile alla scienza, pure siccome a me sembra divenga ciò utilissimo ogni qual volta con tal mezzo si possono legare de' fatti isolati, questo essendone il caso, spero mi sia permesso d'occuparne per un momento il lettore.

La prima interrogazione che fa a se stesso l'osservatore esaminando i filoni cupriferi sopradescritti, si è quale sia stata la causa la quale depositò dentro di essi i materiali pietrosi e metallici che gli compongono. Fu un veicolo acquoso, o igneo, o tutti e due agirono insieme? L' abbondanza che osservasi dentro i detti filoni de' minerali idrati, dà motivo a credere che l'acqua non dovesse mancare; ma la presenza poi di sostanze le quali non si sa che la sola acqua sia capace disciogliere, conduce a pensare di più che essa oltre a tenere in sè varj principj (la natura de' quali può supporsi ma non determinarsi), dovesse ancora esser dotata d'un altissimo grado di calore, e che in grazia dell'immensa pressione a cui era sottoposta nelle grandi profondità, e rinserrata fra masse solide tanto estese, potesse acquistare tal forza da rammollire, e sciogliere gran parte de' corpi che alla superficie della terra son per essa inattaccabili.

Ad ammettere una simile ipotesi, cioè che l'acqua caldissima (in un'epoca forse in stato vaporoso, in altra in stato di liquidità), fosse il veicolo il quale trasportò e depositò ne' filoni i solfuri metallici, le Steatiti, gli Asbesti indorati ec. che vi si incontrano, si è in special modo condotti e sostenuti dal fatto altrove accennato (1) de' Calcedoni

(1) *Su i terreni stratificati, pag. 9.*

lattiginosi di *M. Rufoli* e de' Diaspri calcedoniosi di *Serrazano,* della *Miemmite* con Calcedonio ec., le quali sostanze in quelle varie località formano esse sole i filoni, come a *M. Catini,* a *Rocca Tederighi,* ec. lo formano i materiali metalliferi sopraccitati; giacchè ormai è noto, specialmente per le belle osservazioni del Brongniart, che i suddetti Calcedonj debbono la loro origine alle deposizioni di Silice gelatinosa, prodotte dalle acque.

Con questa stessa ipotesi potrebbesi forse in qualche modo spiegare l'origine delle Eufotidi steatitose e feldispatiche, le quali per il solito s'incontrano non lontane dai filoni (a *M. Castelli,* presso i filoni del *Pavone,* e del *Botro alle Cave: a M. Vaso* presso la Fattoria), giacchè potrebbesi supporre che il fluido scorrente ne' filoni portasse in quei dati luoghi della massa serpentinosa i materiali della Steatite, o del Feldispato: materiali che combinandosi poi colà e modificandosi per le azioni e reazioni chimiche, elettriche ec. avrebbero originata l'una e l'altra di queste Rocce; nelle quali Rocce il Diallagio si sarebbe prodotto dalla cristallizzazione o modificazione della Serpentina.

Un fatto già riportato può appoggiare una tale idea, ed è il vedere che i filoni feldispatici di M. Castelli son prossimi o son connessi a delle Eufotidi. Ma per ammetter quest'idea converrebbe ammettere ancora che l'azione de' filoni sopra le circonvicine Rocce ofiolitiche fosse stata da tanto da modificarle non solo, ma da rammollirle, dirò così, ed indurre in esse una nuova disposizione e nuove combinazioni. Allora potrebbesi anche in qualche modo render ragione di quelle particolari coloriture de' Serpentini che si osservano presso i filoni, da noi addietro accennate, di quelle vene steatitose, giallastre, ed anche del modo con cui possono essersi originate la *Bissolite,* ed alcune varietà d'A-

sbesto, che a guisa di venature traversano il Serpentino, presso i filoni, le quali specie di minerali dalla loro struttura si riconosce non esser altro che l'aggregato de' filamenti, prodottisi da una secrezione della Serpentina stessa, come lo è l'Allume di Piuma, alcuni Gessi, ec.

Ma troppo s' anderebbe nell' ipotetico seguitando a ragionare in tal modo, non avendo più che un remoto appoggio di fatti. Lascerò adunque un tal soggetto: e quantunque io stesso non resti pienamente soddisfatto delle spiegazioni proposte, lo sarò almeno per aver referito molte osservazioni interessanti, le quali saran materiali di cui altri potranno meglio di me valersi, o che serviranno a guidare i geologi nelle loro ricerche. Innanzi però di cessare di discorrere di questi filoni, conviene richiami l' attenzione dell' osservatore sopra alcune particolarità in essi da me osservate, ed anche qui addietro accennate, particolarità le quali ci conducono a stabilire l'avvenimento d'un importante catastrofe accaduta nelle masse serpentinose; catastrofe, determinando la quale non solo si spiegano molti dei fatti già descritti, ed a prima vista oscuri, ma si confermano alcune delle conclusioni alle quali noi già siamo giunti, quantunque seguendo una diversa strada.

L' esame del filone di *M. Catini*, e del *Filone Leopoldo* e *Diomercè* a *Rocca Tederighi*, mostra che nè i noccioli di minerale di rame in essi contenuti, nè i noccioli pietrosi, son là della primitiva dimensione, e neppure della primitiva forma. Imperocchè se quando si formarono avessero avute le dimensioni e figure che hanno attualmente, dovrebbe vedersi nel loro interno una regolare disposizione delle materie di cui si compongono, una concentricità nelli strati, o diversi centri di cristallizzazione. Ma siccome, al contrario, questi noccioli, mentre

alla superficie sono tondeggianti, nell'interno resultano di strati o lastre le quali per la direzione nulla han che fare con l'esterna forma del pezzo, e di più hanno le loro estremità tronche, ed anch'esse coperte dalla patina, da cui tutto il nocciolo è vestito, non vi è dubbio che essi dovesser far parte di masse più grosse, le quali non furon ridotte della forma attuale che dopo essere state spaccate e divise.

Ora a me sembra che osservando attentamente quei pezzi, scorgansi sopra di loro varj segni, i quali son capaci di far conoscere la causa dell' indicata rottura e cambiamento di forme. Tutti hanno la superficie vestita più o meno d'una patina non solo levigata, ma anche lucente e come brunita: in alcuni posti essa è di più dorata dalla pirite che vi è stritolata e distesa sopra, tanto sottile quanto lo è l'oro sulla pietra di paragone degli orefici: molti hanno ancora impresse sopra l'una o l'altra delle loro facce delle irregolari scannellature e graffiature, dirette tutte in uno stesso senso: hanno in somma marche tali da dare a divedere evidentemente che tutti que' varj frammenti dopo essere stati divisi o rotti, furono ancora confricati violentemente, e da una forza immensa; giacchè solo ammettendo una tal confricazione ed urto fra loro, si può intendere come sieno rotti, smussati, e solcati. Ed ammettendo la detta confricazione, e per conseguenza un movimento, o in loro o nelle masse che li racchiudono, si comprenderà l'origine di quella patina pietrosa e lustra che li riveste, patina formata dalla consolidazione di polvere e frammenti pietrosi.

Se poi si vuol ricercare da che quella confricazione fu prodotta, cioè se per il solo urto reciproco de' noccioli, o se per aver questi urtato contro i fianchi del filone, vi sono allora da fare le considerazioni seguenti. Alcuni noccioli hanno una parte della loro superficie, come quì sopra si è accennato,

colorata o dorata dalla pirite: ciò mostra che varj noccioli fra loro si confricarono ed urtarono, giacchè la pirite trovasi solo nei noccioli, e non dentro i filoni, nè nel monte che li racchiude. Ma siccome ancora varj de' noccioli pietrosi proprj ai filoni del Gabbro rosso son sopra una parte vestiti e colorati dalla stessa materia del Gabbro rosso, per essersi questa su di loro stiacciata e distesa, è certo che molti debbono essere stati confricati contro le pareti stesse del filone. Perciò sembrami indispensabile arguire da tutto questo, che non solo que' noccioli s'urtarono e confricarono fra loro, ma ancora contro il tetto, ed il muro de' filoni. Lo stato poi di levigatezza da essi acquistato sopra varie parti della lor superficie, le profonde graffiature, anzi solchi addietro notati, l'estrema tenuità delle parti stritolate, e dalla riunione delle quali si costituisce l'accennata veste o patina, ed anche la tenacità della patina stessa, denota a parer mio che immensa fu la pressione sofferta da que' corpi, pressione la quale dovette di più esercitarsi mentre una delle masse prementi si moveva sull' altra; imperocchè altrimenti, cioè se ambedue stavan ferme, o se nello stesso senso si movevano, al certo non avrebbero avuto luogo le solcature, nè si sarebbero prodotte le superficie lustre, nè attondati gli angoli.

Provato così che i materiali de' filoni delle masse ofiolitiche soffrirono una immensa compressione mentre erano mossi, resta a sapersi se tal movimento accadde solo ne' materiali formanti i filoni, o se fu nel tetto e nel muro del filone stesso, l'uno sgusciando sull'altro con l'intermezzo de' noccioli, matrice, ec. Io non potrei adesso accennare un numero grande di fatti capaci a schiarire luminosamente una tal questione: dirò solo che la *Losima* del filone di M. Catini, addietro descritto, formata da

stratarelli, o lamine lustrate e brunite, ora resultanti dalla materia del filone, ora dalla materia del suo corrispondente tetto o muro, mi sembra sufficiente ad autorizzarmi a riguardare come più probabile l'ipotesi del movimento di una delle due pareti del filone, anzi che della sola materia di cui essa è ripiena. E se si considera la difficoltà d'ammettere ragionevolmente ne' soli materiali del filone un moto tanto violento da esser capace di rompere e smussare i materiali stessi, varj de' quali son per loro natura solidi e tenaci, si avrà un altro argomento molto valido a sostegno dell'opinione adesso da me enunciata.

Quando voglia adottarsi un tal modo di vedere, siccome è noto che non solo i noccioli grossi presentano le loro superficie levigate ed attondate, ma ancora i piccoli, e quasi gli arenacei, può credersi che tutti debbono il loro stato attuale al movimento e pressione d'un lato del filone sull'altro, e può credersi ancora che lo stato terroso d'una parte della matrice debba la sua origine alla medesima causa.

Ma non tutti i filoni delle masse serpentinose da noi esaminate sono così costituiti. Altri ve ne sono ne' quali non trovasi *Losima*, o vi è diversa da quella de' filoni a noccioli rotti e smussati. In quelli di tal qualità la matrice consiste principalmente in Asbesto indurato, o in una specie di Steatite; in questi il minerale metallico trovasi in masse che non presentano indizj di frattura, nè di confricazione, ma sono in uno stato che può essere identico a quello in cui si formarono, ed in una positura da far supporre esser quella la primitiva loro, quella cioè nella quale si depositarono, o si cristallizzarono. Tale è appunto il filone di *Monte Castelli* detto della *Cava del Pavone*; alcuni di quelli di *M. Vaso*, e le vene di *Rocca Tederighi*.

Ora siccome paragonando insieme l'interno dei pezzi di minerale contenuti in tali filoni, con quelli corrispondenti per la specie del minerale de' filoni quì addietro descritti, trovasi fra loro una somiglianza grandissima per la tessitura, grana ec., e la differenza consiste quasi solo nella configurazione esterna, nel modo con cui la superficie de' pezzi è colorata, nello stato della matrice in cui sono involti ec., si presenta conseguentemente l'idea che i filoni della prima categoria altro non sieno che i filoni della seconda stati rotti, stritolati ed impastati dal movimento d'una parte del filone contro l'altra, ossia dal movimento del suo tetto contro il suo muro.

Se si riflette che lo studio de' depositi nettuniani, dello stato delle varie masse plutoniane ec. fatto nel precedente nostro Opuscolo ci condusse a stabilire che posteriormente alla formazione de' filoni cupriferi dopo la deposizione de' primi depositi *pluto-nettuniani,* le masse serpentinose ed i terreni ad esse connessi soffrirono un movimento tanto potente, non solo da spaccarli ed aprire in mezzo a loro delle gole, per varie delle quali scorrono adesso torrenti, e da levare di posto ed inalzare una gran porzione di terreni terziarj ad esse sopra incumbenti (1), si troverà in ciò la causa de' movimenti de' fianchi de' filoni, di que' movimenti che i fatti ora esaminati ci conducono ad ammettere, e quanto abbiamo adesso detto, si presenterà a noi come una conferma di quello che osservazioni di natura diversa ci condussero allora a stabilire.

Riunendo adesso, secondo il nostro costume, quanto di più concludente gli esposti fatti ci mostrarono, accenneremo le seguenti conseguenze.

(1) *Sopra i terreni stratificati ec. pag.* 81. *par.* 22.

1.ª Che il *Rame piritoso giallo*, il *piritoso paonazzo*, il *Rame grigio* si trovano nell'interno de' filoni i quali traversano l'Ofiolite ed il Gabbro rosso, e non sparsi in nocciolí dentro le masse serpentinose.

2.ª Che la struttura de' filoni nel Gabbro rosso e la natura de' ciottoli o frammenti che contengono, oltre al mostrare che son veri filoni, prova ancora che questi si originarono dopo la formazione e consolidazione del Gabbro rosso.

3.ª Che siccome il Gabbro rosso fu formato dall'azione delle masse ofiolitiche, devesi esso considerare come contemporaneo, se non di qualche poco posteriore, alla comparsa delle masse ofiolitiche stesse.

4.ª Che il prolungamento o la continuazione de' filoni delle masse ofiolitiche dentro il Gabbro rosso dimostra l'identicità degli uni e degli altri, e che dalle medesime cause e nello stesso tempo si formarono.

5.ª Che in conseguenza la formazione de' filoni dentro il Serpentino non può riguardarsi che come posteriore alla formazione e consolidazione di esso.

6.ª Che i filoni cupriferi essendo d'un' origine posteriore alla formazione delle masse serpentinose, le apparenze d'unione e miscela che in alcuni punti de' filoni stessi, o delle loro vene s'osserva con l'Ofiolite, prova solo che essa fu ammollita, disciolta, o impastata dalle materie de' filoni, o dall'azioni variate che questi dovettero produrre sulle masse circonvicine.

7.ª Che le Bissoliti, alcuni Asbesti, ec. potrebbero forse considerarsi come prodotti dall'Ofiolite in conseguenza dell'azione su questa esercitata dai filoni stessi.

8.ª Che la frattura, l'attondamento, levigazione ec. de' noccioli e pezzi contenuti in alcune specie de' filoni, devesi considerare come posteriore alla formazione de' filoni stessi: come pure posteriore è la *Losima* a cui stanno in mezzo.

9.ª Che la detta frattura, attondamento ec. si ha ogni ragion di crederla prodotta dai movimenti che soffrirono le masse ofiolitiche, allorquando essendo sollevate produssero l'inalzamento de' terreni terziarj. Giacchè le masse ofiolitiche essendo di già in quei posti divise dai filoni che vi si erano formati, ripieni anche di materie fragili, e forse anche tuttora molli ed impastabili, dovettero sopra di queste moversi, e ridurle nello stato in cui ora si vedono.

10.ª Che siccome nelle masse ofiolitiche, oltre i filoni ripieni di materiali rotti ed attondati, o ridotti in sabbia e terra, se ne trovano altri, i materiali de' quali non sono nè rotti nè attondati, i filoni stessi debbono distinguersi in due categorie, cioè in *filoni intatti*, ed in *filoni stritolati*.

11.ª E finalmente che *i filoni cupriferi* sembrano contemporanei ai *filoni miemmitici*, ai *siliceo-calcarei*, ai *feldispatici*, ai *calcedoniosi*, agli *opalini*, ai *granitici*.

ILLUSTRAZIONE DELLE TAVOLE

CONTENENTE NON SOLO LA SPIEGAZIONE DELLE FIGURE, MA ANCORA DELLE AGGIUNTE A VARJ SOGGETTI TRATTATI NELLE PRECEDENTI MEMORIE.

TAVOLA PRIMA

VIGNETTA.

È destinata la vignetta che in questa tavola si trova a dare un'idea d'una parte del Volterrano, e specialmente della conformazione della catena che divide Val d'Era dalla Val di Cecina, quale presentasi osservandola dal monte di Volterra: giacchè l'insieme di questa catena, e la struttura e superficie del terreno che la circonda, è tale da far concepire al primo colpo d'occhio la sua origine, cioè che essa è il resultato d'un sollevamento.

Onde raggiungere l'oggetto che mi son proposto, sarebbe occorso certamente non solo che le dimensioni della vignetta fossero più amplie, ma che essa fosse stata fatta da un pittore più abile di me, ed incisa con una cura molto maggiore di quella che comportano i deboli miei mezzi. Pure tanto chiarò ed apparente è in que' monti il fenomeno di cui parlo, che mi lusingo debba apparire all'occhio de' miei lettori, anche osservando soltanto il grossolano disegno che loro presento.

Il punto di vista di questa vignetta è preso dalla via regia che da Pisa va a Volterra, due miglia circa lontano da quest'ultima città. Vedesi da quel punto l'indicata catena, dirò così, per testa, o nel senso della sua lunghezza. I monti che la formano sono di tre diverse nature, cioè di Macigno modificato, o *Gabbro rosso*, e di due qualità di Rocce di trabocco, *Selagite*, e *Serpentina*. Il primo monte o il più prossimo all'occhio dello spettatore, è quello di *M. Catini*, resultante dalla roccia Trachitica che io ho denominato *Selagite:* vengono dopo il *Poggio alla Croce*, quello di *Caporciano*, e *M. Massi*, che són formati da Gabbro rosso: e più lontano appariscono quelli di *Serpentina*, vale a dire il *M.* di *Miemmo*, e quello di *M. Vaso*.

Questi monti i quali in varj posti son circondati dal Calcare Alberese inalterato, benchè in strati rotti e scommossi, sorgono di mezzo al terreno terziario, che è conformato in colline di tale struttura, e divise da torrenti o borroni talmente disposti, che mostrano molto palesemente anche all'occhio de' meno pratici, l'effetto del sollevamento delle sopra indicate Rocce di trabocco.

Il suolo terziario di cui parlo, consiste in parte nel *Terziario ofiolitico* breccioso, e carbonifero, ed in marne cenerine o Mattajone, appartenente al *Terziario subappennino*. Quello di quest'ultima qualità è il predominante nel paese rappresentato nella vignetta: l'altro abbonda dal lato del fiume Cecina, in quella parte non visibile, o almeno poco visibile da Volterra: qualche poco ve ne è anche dal lato del fiume Era, dietro al villaggio di *Ligia*, ma vi ha un estensione assai ristretta.

Il Mattajone predominando, è il terreno che dà un aspetto ed una fisonomia particolare al paese. In generale egli è sterile e nudo: pochi e non vegeti boschi vi si trovano, e rare vi son le coltivazioni a vigne. Qualche campo di grano ne ricuopre porzione in primavera, ma pressochè ovunque o è vestito da praterie artificiali di Lupinella domestica, (*Hedisarum coronarium*) o da praterie naturali di Lupinella salvatica (*Onobrychis sativa*). Il rimanente della sua superficie è quasi affatto sterile e nudo, non vegetandovi che Assenzioli, Psilli, o Tamarici. Dopo le piogge dell'inverno, al ricomparir della vegetazione di primavera, anche questi ingrati terreni hanno un aspetto assai vago e piacevole, e per la variata verzura che in quà ed in là li riveste, e per il rosso allegro e diverso de' prati fioriti delle due sorte di Lupinella, che come arazzi o tappeti stanno sparsi in quà ed in là sul tondeggiante dorso di quelle colline. Ma giunto il calor dell'estate, inaridito quel terreno argilloso, ogni verdura sparisce; e nudo restando il solo color di cenere, o velato soltanto di giallastro dalle erbe secche, diviene omogenea la tinta di quei colli e di quelle vallate, il che unito con la rarità delle abitazioni, rende il paese estremamente tristo e desolato, risveglia l'idea d'un luogo da poco tempo abbandonato dai fuochi vulcanici, e fa notabilmente risaltare il bello e piacevole della vegetazione e cultura che stà sulla catena di rocce ignigene di *M. Catini, Miemmo* ec.

e sul terreno *Pluto-nettuniano,* che forma il monte ove risiede l'Etrusca Volterra.

Il terreno marnoso terziario di cui parliamo, appartiene, come si è detto, in parte al *Subappenninico,* ed in parte al *Terziario ofiolitico*. A quest' ultimo suppongo debba referirsi il terreno su cui son situate le *Moje,* o *Saline di Volterra,* poco lontano dal fiume *Cecina*. In quella località egli è privo di fossili marini: raramente vi si trovano de' frammenti di combustibile fossile, ma in quest' ultimi tempi vi trovai un frutto d'una Conifera, intieramente carbonizzato. La disposizione di quel terreno è in grossi banchi inclinati a N. E. divisi fra loro da semplici giunture, o da stratarelli di ghiaja, identica a quella de' terreni *Terziarj ofiolitici*. Vi abbonda la calce solfata, la quale ora è in banchi, ora in ammassi: ora laminare impastata ed impastante il Mattajone, ora mammillare, ora in grosse botriti. In questo terreno si trova il *Sal gemma,* bianco-grigio, o bianco giallognolo, ed è in grossissime ed estese masse. Tali masse di Sale son poste in mezzo a del Mattajone o argilla cenerina molto indurata, a delli strati gessosi, e ad un'arenaria resultante da sabbia, e minuta ghiaja di calcare alberese, di rocce diasprine, di Galestro ec. cementate da gesso misto a mattajone. In queste rocce non vi ho trovato nessun avanzo animale, solo alcuni frammenti carbonosi, ed il frutto di Conifera sopra indicato.

Con i lavori fatti anche negli andati tempi, escavando i pozzi per ricercare l'acque muriatifere che servono alla fabbricazione del sale, furono scoperte alcune delle indicate masse o banchi di Sal gemma. Ma ne' decorsi anni, quando fu fatto un traforo per la ricerca dell'acqua potabile, traforo che fu approfondato sino a 230 braccia, s'incontrarono due grossi strati di questo sale, uno de' quali a braccia 133 al disotto della superficie del suolo, si presentò della grossezza di braccia 20.

Sulle colline di Mattajone che sono fra *M. Catini, Volterra,* e le *Moje,* si vede una quantità grandissima di coni alti due, tre, ed anche quattro braccia, i quali han nella cima una massa pietrosa, per il solito divisa in piccoli frammenti angolati di color scuro giallastro. Ove questi coni sono stati artificialmente, o per qualche causa naturale rotti, osservasi che nel loro interno le accennate masse pietrose

si continuano in specie di cilindri tortuosi: e ne' varj luoghi in cui il Mattajone è stato tagliato o escavato anche ad una certa profondità, come per la costruzione delle strade, per fabbricarvi dei ponti ec., spesso s'incontrano simili corpi cilindrici: di modo che essendo quasi un carattere di quel territorio, credo bene di farli conoscere. Essi sono specie di grossolani cilindri di vario diametro (da un sesto di braccio fino ad un braccio), i quali serpeggiando s'approfondano nel suolo: resultano da una pietra di color grigio giallognolo, assai dura, ma non scintillante, e che fa effervescenza con gli acidi: da un calcare compatto insomma, estremamente argilloso. Questi cilindri son divisi da un'infinità di specchi, i quali partendo dalla parte centrale, si dirigono verso la circonferenza: son tali spacchi verso il centro molto larghi, e vanno poi gradatamente ristringendosi, di modo che dopo poco divengono quasi invisibili, e scompariscono. Il centro o la parte media del cilindro, spesse volte è vuota o piena di Mattajone sfacelato, e di alcuni cristalli di calce solfata e carbonata; altre volte è quasi intieramente ostrutta da frammenti angolati della stessa pietra che ne forma i lati. La superficie esterna dei cilindri non è ben distinta, nè limitata, giacchè la pietra da cui essi si compongono, con l'allontanarsi dal centro de' cilindri medesimi va perdendo di consistenza e di densità; e prendendo gradatamente un colore più cinereo, diviene ben presto e dello stesso colore e della stessa durezza del circostante Mattajone, cosicchè con questo perfettamente si confonde, e può dirsi che in vero Mattajone si converte. Da ciò conoscesi adunque chiaramente, a parer mio, che l'origine de' cilindri di cui si parla è dovuta ad un induramento del Mattajone, gli spacchi che nell'interno vi si osservano ad una compenetrazione delle sostanze delle sue parti, ed il colore giallastro ad un grado maggiore d'ossidazione de' suoi ossidi metallici.

È poi cosa certa che questi corpi cilindrici non furon prodotti da cause nettuniane: primieramente perchè sono in direzione contraria a quella delli strati: secondariamente perchè non contengono e non han presso di loro nessun avanzo organico: in terzo luogo perchè l'indurimento che in essi si osserva è fenomeno igneo, anzi che aqueo. E dirò infine che l'ipotesi dell' origine ignea de' cilindri è appoggiata non solo, ma anche provata, dal non trovarsi questi che nel ter-

reno terziario plutonizzato, ed in vicinanza delle masse plutoniane. Ma qual fu il fenomeno che li produsse? furono essi originati dal passaggio di qualche liquido, o fluido aeriforme? Si oppone a questa supposizione l'essere essi o pieni, o muniti solo d'un vacuo molto ristretto. Forse debbono l'origine loro a potenti correnti di fluidi imponderabili? Io non saprei darne una plausibile teoria.

SPIEGAZIONE DE' COLORI E DE' NUMERI DELLA VIGNETTA.

1. *Monte Catini*. È situato sulla cima d'un colle di *Selagite,* roccia indicata con il color grigio cupo.

2. *Poggio alla Croce,* con gli altri monti ove sta la miniera di rame di *Caporciano*. Questo gruppo è formato intieramente di *Gabbro rosso,* dal mezzo del quale scappan fuori in varj punti testate di Diche di rocce serpentinose. Attorno a questo poggio vedesi il mantello del terreno cretaceo; esso colà ordinariamente consiste in Argilla schistosa, e Calcare compatto, dall'alterazione del qual terreno si formò il *Gabbro rosso*. Il color rosso fegatoso indica questa roccia.

3. *Monte Massi*. Ancor esso di Gabbro rosso. Fra questo ed il precedente gruppo di monti vi è un lembo di terreno terziario, stato sollevato insieme all'intiera catena.

4. Sommità del poggio di *M. Vaso:* di Serpentina, che è rappresentata dal color verde.

5. Monti di *Miemmo*.

6. Massa di *Serpentina* e *Gabbro rosso* presso la quale sta il castello di

7. *Orciatico:* posto sul terreno terziario.

8. Convento de' Cappuccini d'*Orciatico* situato sopra una prominenza di *Selagite,* la quale ha plutonizzato il Mattajone che sollevò e traversò.

9. Borgata di *Ligia*.

TAGLI TEORETICI DELLA TAVOLA PRIMA.

I colori de' varj tagli sono spiegati a destra della vignetta, e là i terreni nettuniani vi son situati nell'ordine medesimo in cui nella Toscana li troviamo.

TAGLI RELATIVI AL VOLTERRANO.

Fig. 1. Rappresenta il taglio della porzione de' monti di *Caporciano,* quasi direttamente da ponente a levante, incominciando cioè, a ponente, da *M. Massi,* passando per *M. Catini,* e continuandosi fino alla contigua vallata. La massa serpentinosa costituisce il nucleo del monte, e con Diche attraversa il soprapposto terreno secondario. Il terreno secondario a contatto delle Rocce serpentinose è convertito in Gabbro rosso (in *f*). Distante da queste (in *e*) è sempre inalterato. A *M. Catini* vi è la *Selagite,* che si è inalzata attraverso li strati secondarj (o del terreno cretaceo), sollevando e alterando il terreno terziario (in *d*).

1. *M. Massi.* 2. *Poggio alla Croce,* nel quale è l'escavazione del Rame. 3. Villaggio di *M. Catini* sulla *Selagite.* *a* Brano di terreno *Nettuno-plutoniano.*

Fig. 2. Sezione normale alla precedente del *Poggio alla Croce.* Oltre il mostrare la medesima distribuzione di rocce, vi è rappresentata ancora la situazione e direzione de' filoni cupriferi che attraversano il *Gabbro rosso* (4), ed il terreno *terziario ofiolitico* (*c c*), sottoposto al *Terziario subappenninico* (*b*).

1. Torrente *Cortolla.* 2. Villaggio di *Sorbojano* 3. *Poggio alla Croce* 4. Filoni cupriferi. 5. Diche ofiolitiche. 6. Lembo di terreno *Nettuno-plutoniano,* posto verso la *Macinaja.* 7. *Botro di Macchia lunga.* 8. *Torrente Ragone.*

Fig. 10. Taglio del Volterrano dal N. a S. Questo taglio onde mostri meglio le combinazioni varie delle rocce, e struttura del paese, non è stato immaginato nè soprà una stessa linea, nè in linea perfettamente retta: la prima porzione da *A* a *B* estendesi, cominciando dal lato più settentrionale, dal *M. del Castagno* in *Val d'Elsa,* e giunge fino al di quà d'*Ulignano* in *Val d'Era,* passando per la massa serpentinosa della *Nera.* La seconda porzione è parallela alla prima, ma posta più verso occidente: comincia in *C* verso il fiume *Era,* traversa la *Città di Volterra,* e termina in *D* prima di giungere al torrente di *Santa Maria.* Di là traversa le *Moje,* il poggio di *Pomarance,* e giunge in *E* poco

dopo il torrente *Racquese*. Volge allora un poco verso levante, ed arriva (in *E*) sino al fiume *Pavone*.

Il terreno secondario forma i monti del *Castagno* e di *Castelnovo*, ed in due punti è traversato da masse ofiolitiche. Lo spazio intermedio è occupato da terreno terziario, in gran parte plutonizzato, e ricoperto in varj punti da porzioni del mantello di *terreno Pluto-nettuniano* (*a a a*).

1. Villaggio del *Castagno*. 2. Poggio della *Nera*. 3. Città di *Volterra*. 4. *Botro di Santa Maria*. 5. *Scornello*. 6. *Moje*, o *Saline di S. Lorenzo*. 7. *Fiume Cecina*. 8. *Pomarance*. 9. *Torrente Racquese*. 10. *M. Cerboli*. 11. *Torrente Possera*. 12. *Lagoni di M. Cerboli*. 13. *Castelnovo*. 14. *Lagoni di Castelnovo*. 15. *Torrente Pavone*. 16. Poggi di *Fosini*.

Fig. 3. Sezione da levante a ponente de' monti di *Rocca Sillana*, e di *M. Castelli*. Mostra la solita serie e la solita disposizione di rocce, vale a dire la massa ofiolitica (4 e 5) che ha sollevato il terreno secondario (*e e*), il *Terziario ofiolitico* (*c c*), il *Terziario subappenninico* (*b b*), ed il terreno *Pluto-nettuniano* (*a a*). Nel terziario ofiolitico vi s'incontrano delli strati di Lignite compatto. La massa ofiolitica vedesi divisa in due per effetto dello stesso sollevamento che levò di posto i terreni terziarj. Il torrente Pavone scorre framezzo alle due masse ofiolitiche.

1. *Bullera*. 2. fiume *Possera*. 3. *S. Dalmazio*. 4. *Rocca Sillana*. 5. Letto del *F. Pavone*. 6. Cima del monte di 7. *M. Castelli*. 8. Letto del fiume *Cecina*.

Fig. 5. Taglio al precedente parallelo, diretto cioè anch' esso da ponente a levante, ma immaginato più verso mezzogiorno, quasi nella linea di *M. Cerboli*. Mostra come il terreno *Pluto-nettuniano*(*a a*) trovasi anche immediatamente soprapposto al terreno secondario(*e e*), ed all'Ofiolite(*m m*), senza l'intermezzo del terreno terziario.

1. Letto d'un ramo della *Possera*. 2. Letto del *Pavone*.

Fig. 4. Sezione dal N. al S. del M. di *Rocca* Sillana indicante la solita disposizione di rocce.

1. *Rocca Sillana*. 2. Posizione di *S. Dalmazio*.

Fig. 9. Taglio diretto da N. E. a S. O. della montagna di *M. Vaso*, e delle colline che le si appoggiano. Il presente

taglio non è rettilineo, ma fa due angoli molto ottusi. Il primo tratto, dalla parte meridionale, comincia in *A* poco prima delle *cave d'alabastro,* e continua sino al *Borghetto* ove fa un angolo. Il secondo tratto dal *Borghetto* estendesi fino al *Torrente dell'Ostone,* presso alla sua imboccatura nella *Sterza di Lajatico*. Di là formando il secondo angolo giunge al *Fiume Era,* passando per la *Pieve a Pitti.* Rappresentando questa figura la consueta situazione de' varj terreni, non starò ad indicarla di nuovo. Noterò solamente che al N.° 1 son situate, non lungi dalla *Castellina Marittima,* le celebri cave del bellissimo *Alabastro* bianco di Volterra (Calce solfata). Come denota il taglio, le cave son nel terreno terziario plutonizzato: l'*Alabastro* vi è in grossi arnioni spesso sferici, i quali stanno nel mezzo ad un Mattajone indurato, o gessoso, nel quale trovansi racchiusi de' grossissimi e limpidissimi cristalli di *Calce solfata* a ferro di lancia, o prismatica.

Nel terreno terziario ofiolitico che è fra *M. Vaso,* ed il *Torrente dell'Ostone,* non vi è raro il Lignite: ed i Ligniti di *Strido,* descritti da Giovanni Targioni, son nella continuazione de' medesimi colli.

1. Cave d'Alabastro della *Castellina*. 2. *Castellina Marittima*. 3. *Monte Vasino*. 4. Fattoria di *M. Vaso*. 5. *Rivellino*. 6. *Botro della Pietraja*. 7. *Botro dell' Ostone*. 8. *Pieve a Pitti*. 9. Osteria di *Val di Pavana*. 10. Letto del *Fiume Era*.

TAGLIO RELATIVO AL LIVORNESE.

Fig. 8. Taglio d'una parte della costa Toscana, cioè da *Livorno* a *Rosignano*.

1. Città di *Livorno,* posta quasi intieramente sul terreno terziario subappeninico. 2. *Lazzeretto S. Leopoldo,* posto sul terreno *Nettuno-plutoniano,* il qual terreno comincia al di fuori della parte più meridionale della città, e continua sulla falda di *M. Nero,* passando sotto l'*Ardenza* (n. 2). Il Convento di *M. Nero* (n. 3) è sulla formazione cretacea (Macigno ed Alberese), ma la sommità del monte è di Serpentina. Continua questa a *Nebbiaja* (5), al *Gabbro,* a *Castelnovo* ec. fino a *Rosignano* (n. 7). Presso *Rosignano* ricomparisce il terreno *Nettuno-plutoniano,* che s'estende al

di là del fiume *Fine*, sulla salita del *Malandrone* (n. 9). Il terreno *Nettuno-plutoniano* delle vicinanze di *Rosignano* non è solo arenaceo, ma in alcuni luoghi ancora quasi assolutamente calcareo: e là rassomiglia molto, per la sola apparenza, al calcare grossolano di Parigi.

TAGLI DEL MASSETANO.

Fig. 6. Taglio de' monti di *Sasso Forte*, e *Rocca Tederighi* da N. O. a S. E.

1. Letto del *Torrente Farma*. 2. Rovine di *Sassoforte*. 3. Colle che acquapende sul *torrente Bai*.

Fig. 7. Taglio degli stessi monti, ma nella direzione di N. E. a S. O.

1. Terreni lignitiferi dell'*Acquanera*. 3. Rovine di *Sassoforte*. 3. *Rocca Tederighi*.

La qualità e situazione respettiva delle Rocce è la medesima nei due tagli, cioè le Rocce ofiolitiche (*l*) si sono iniettate framezzo al terreno del Macigno (*e*), avendo convertita in *Gabbro rosso* (*f*) la porzione che restava a loro soprapposta. La *Trachite* (*i*) posteriormente è traboccata sopra allo stesso terreno del Macigno, sollevando e disordinando i terreni terziarj (*c b*).

TAVOLA SECONDA

ROCCA TEDERIGHI.

Fig. 2. Massa di Serpentina di *Rocca Tederighi*, della *Cava Vignori*, nella qual massa vedesi un filoncello o vena di Rame piritoso, che scorre in mezzo ai di lei spacchi. *a a* Serpentina. *b b* Vena di Rame piritoso.

Fig. 5. Ingresso della *Cava Bonelli*, a *Rocca Tederighi*, nella quale località il filone cuprifero, detto *Filone Leopoldo* (*d d*), scorre fra la Serpentina (*a*) ed il Gabbro rosso (*b*).

Fig. 7. Lo stesso filone Leopoldo osservato verso il fondo della galleria, cioè più al Nord, ove fra esso filone ed il Gabbro rosso scorre una falda di Diorite.

a Serpentina che forma il letto del filone. *b* Filone. *c* Falda di Diorite che ne forma il tetto. *d* Gabbro rosso.

Fig. 6. Dicha di *Diorite* e *Porfido verde*, che traversa il *Gabbro rosso*. Un filone cuprifero (*d d*) scorre da un lato framezzo alla *Diorite*, dall'altro fra il Gabbro rosso, e la Serpentina. Osservasi il fenomeno quì rappresentato presso *Rocca Tederighi*, nel *Fosso del Pesciolino*, verso la *Fonte dell'Amore*.

MONTE CATINI.

Fig. 3. *a a* Filone steatitico del *Botro di Valle Buja*, nelle vicinanze di *Ligia*, che inalzasi nel *Gabbro rosso* (*b b*). Nel filone trovansi de' frammenti attondati, ed alterati dello stesso *Gabbro rosso* (*c c c*).

FILONI DI QUARZO METALLIFERO DEL MASSETANO.
(Tav. II. fig. 4.)

Ne' monti che rimangono a mezzogiorno di *Massa Marittima* si trovano de' filoni di Quarzo metallifero, che avendo qualche miglio d'estensione, han di potenza, a luoghi, quaranta e più braccia. L'importanza di tali filoni tanto per il lato scientifico, che per quello dell'industria metallurgica, mi ha determinato a parlarne in una memoria separata: ma avendo nella presente trattato di varie miniere del Massetano, ho creduto far bene a darne anche quì almeno un cenno.

I monti del Massetano sopra indicati, resultano per la massima parte d'arenarie, calcari, e schisti appartenenti al terreno a fucoidi, o del Macigno; ma in alcuni luoghi vi si trova ancora e il *Lias appenninico* (alla *Lecceta*, sopra il *Sodo a Cavalli*) a cui è sottoposto il *Verrucano*, (nel poggio di *Serrabottini* e *Val Pozzoia*). Li strati di queste varie rocce non son sollevati uniformemente, anzi disordinatissima è la loro direzione: ed a traverso di essi scaturiscono i filoni o Diche quarzose, di cui si parla, le quali sembra che abbiano esercitata un' azione chimica sulle rocce che attraversarono, trovandosi queste in varj punti del contatto potentemente modificate. La direzione di questi filoni varia ancora essa, ma in generale è fra N. E. e S. O. Essi si compongono di un Quarzo per la massima parte celluloso, in alcuni punti ancora calcedonioso, ed agatato; e dentro quel Quarzo, nell'interno delle sue cellule, vi son contenuti varj

minerali metallici, e particolarmente *Pirite di Rame, Galena* e *Blenda*. Presso le *Capanne vecchie* i signori Rovis e Moris hanno aperta l'escavazione d'una porzione di filone ove il Quarzo è abbondantissimamente impregnato di Rame piritoso: ed il sig. Luigi Porte, all'*Aja del Lombardo,* con un pozzo da lui incominciato, incontrò un altro grosso filone quarzoso, nel quale oltre al Rame piritoso, vi abbonda anche una bella Galena.

Il taglio rappresentato alla figura 4.ª è destinato a dare un' idea della disposizione de' Filoni quarzosi. Egli estendesi dalle *Capanne vecchie* fino alla *Lecceta,* percorrendo cioè nella direzione da N. E. a S. O. alcuni monticelli che sono fra la *Città di Massa* ed il *Lago dell'Accesa*.

a a Verrucano. *b b Lias appenninico,* o Calcare grigio. *c c Terreno cretaceo,* a *Fucoidi*. *d* Filoni Quarzoso-metallhiferi.

1. Poggio della *Lecceta*. 2. Colle di *Serrabottini,* nel quale gli antichi eseguirono gran lavori di escavazione, come lo provano i numerosissimi pozzi da cui è traforato, ed i grandissimi ammassi di spurghi, o *getti* da cui son ricoperti i fianchi del colle. 3. Filoni delle *Capanne vecchie*.

Debbo notare ancora che oltre ai filoni *Quarzoso-metalliferi,* si trovano in quei monti anche de' filoni Dioritici essi pure ricchi di metalli, e specialmente di Pirite di Rame. Nel *Botro di Val Castrucci,* si vede una gran quantità di filoni di questa roccia, iniettatasi fra li strati del Calcare compatto, i quali filoni contengono de' grossi e bei noccioli di Pirite cuprea; accanto a questi noccioli la Diorite è radiata, e rassembra molto ad un Anfibolo. Anche i filoni di Ferro idrossidato sono in quelle vicinanze frequenti, e qualche volta scorronò paralleli a quelli quarzosi.

Fino ad ora io non ho potuto conoscere qual rapporto passi fra i depositi metalliferi adesso descritti, e fra quelli delle masse ofiolitiche. Solo farò osservare, che siccome anche nella Serpentina abbiamo veduti de' filoni silicei, in specie calcedoniosi, delle Dioriti, e degli Anfiboli, non sarebbe improbabile che gli uni fossero connessi con gli altri. Per tal

ragione ora ho creduto dover dare un cenno di questi ultimi, prima di terminare le presenti memorie.

GIACITURA DEL LIGNITE NE' TERRENI TERZIARJ OFIOLITICI DEL MASSETANO.

Nel basso delle vallate del Massetano, tanto in quelle della *Cornia*, che della *Pecora* e della *Bruna*, estendesi un vasto mantello formato dai terreni *terziarj ofiolitici*, ove sono abbondanti i depositi di Lignite compatto, e stratificato, in molti luoghi d'un tale aspetto mineralogico, da confonderlo col vero *Carbon fossile*, o *Litantrace*. Presso *M. Bamboli*, nella vallata sottoposta al diruto *Castello di Pietra*, sotto *M. Massi* al *Vado all'Orto*, son le località dove fino ad ora sono stati trovati i depositi i più cospicui di Lignite.

Il mantello sopra indicato non ha superficie eguale nè unita, ma è rilevato in colline, contiene gran quantità di vallatelle, ed è solcato da numerosi botri. Egli è soprapposto ai terreni secondarj, cioè al Macigno, ed all'Alberese, ed in varj siti alle masse serpentinose, dalle eruzioni delle quali, come anche da quelle delle Rocce trachitiche, sembra che tutto sia stato scommosso. Non rari sono in questi depositi alcuni avanzi di testacei marini e d'acqua dolce; ed abbondanti vi sono le impronte di vegetabili dicotiledoni e specialmente delle foglie di piante simili al Salcio, al Pioppo, all'Acero.

Gli strati di que' terreni son formati da marne, da arenarie, e pudinghe. Le Marne son cenerine, qualche volta ferrigne, e bituminose vicino al combustibile. Le Arenarie son di più specie: una di queste, ed è la più frequente, è assai simile alla *Pietra serena* (o Macigno bigio), ma di essa molto più tenera, ed abbondante di frammenti minuti di Lignite: tale è la pietra di *Perolla*, con cui è formato il bel lastrico della *città di Massa*. Altra specie di quelle arenarie è più grossolana, e vi predominano delle parti biancastre. Le Pudinghe son anch'esse di varie razze; in alcune sonovi de' frammenti di rocce secondarie alterate, e poche parti di rocce ofiolitiche: ma la più interessante è quella la quale osservasi presso *M. Massi*, quasi esclusivamente formata da frammenti attondati di Serpentina e d'Eufotide.

La stratificazione delle indicate rocce è quasi sempre molto inclinante all'orizzonte; e questa inclinazione essendo spesso

variata ed interrotta da frane, e spacchi, prova aver essa sofferto de' grandi sconvolgimenti dopo che si formò, come appunto accadde ne' terreni terziarj ofiolitici del Volterrano. Ma studiando i terreni lignitiferi del Massetano, altri fatti di grande importanza mi si son presentati. Ho veduto colà che tanto li strati del combustibile, quanto quelli delle varie rocce da cui questo combustibile è messo in mezzo, non solo variano moltissimo di grossezza, ma spesso ancora spariscono affatto, senza che la massa di quelli strati mostri d'aver sofferto nessun cambiamento di respettiva situazione. Così rispetto al combustibile, mentre trovasene uno strato che in un punto della sua estensione è molto grosso (fino di cinque e sei braccia), vedesi poi che egli va gradatamente diminuendo con assottigliarsi, in modo che riducendosi prima in un sottilissimo strato bituminoso, indi intieramente scomparisce.

Un tal fenomeno, stato primieramente riconosciuto nell' escavare i varj pozzi e le varie gallerie che furon fatte ad oggetto di esplorare que' depositi carboniferi, sembrami sia spiegato da quanto mostrano diversi tagli naturali che in quelle campagne s'incontrano, e specialmente da quello formato sotto *M. Massi*, al *Vado all'Orto*, dal corso di un torrente (parte del quale è rappresentato nella Tavola seconda, con la Fig. 1). Vedesi in quel posto che la stratificazione del suolo è formata da una serie di banchi d'Arenarie e Pudinghe simili alle sopra descritte, le quali rocce mettono in mezzo due strati di Lignite, l'inferiore assai grosso, il superiore molto sottile. Non solo colà, al solito, la stratificazione è fortemente ondulata, ma quel che vi è di più interessante si è che una serie di strati è contrastante con l'altra, quantunque identica sia la natura delle rocce che quelli strati compongono. Ora una tal disposizione e composizione di rocce, prova, a parer mio: primieramente per l'omogeneità degli strati, che essi si formarono tutti in una medesima epoca, ed in conseguenza per le medesime cause; secondariamente per la diversa loro situazione, prova che gli strati dopo la loro deposizione non restarono tranquilli, e che sollevandosi più o meno, inegualmente perderono la loro orizzontalità, e diedero origine ad altrettanti bacini, ne' quali poi deponendosi gli strati che posteriormente si formarono, venivan questi strati ad avere non solo una direzione diversa de' primi, ma anche ad essere interrotti e divisi in tante diverse porzioni,

quanti erano i bacini ed infrattuosità, cagionate dalla disegua-glianza della superficie de' primi depositi.

Ora la causa di questo fenomeno non può essere, a parer mio, ritrovata che nell'instabilità del fondo su cui que' depositi si formarono. Siccome da tutte le osservazioni esposte parlando de' Terreni terziarj ofiolitici, sembra possa considerarsi come provato che tali terreni si deposero non solo poco dopo la comparsa delle masse ofiolitiche, ma anche mentre l'azione delle forze plutoniane tuttora si faceva sentire, è molto ragionevole d'ammettere che nell'epoca della deposizione di que' terreni, il fondo del mare ove si formarono, oltre ad essere continuamente agitato da terremoti, fosse ancora continuamente scommosso da sollevamenti ed abbassamenti; cosicchè li strati e di combustibile, e di arene, e ghiaje di cui si parla, non essendo il resultato d'un deposito tranquillo, ma d'un deposito tumultuario, accaduto mentre le acque del mare, ed il fondo di esso era in continua agitazione, non possono avere una disposizione regolare, nè le varie masse delle materie depositate possono avere nè una grande nè una regolare estensione.

FINE

7 8

Fig.

O

S

16.

F

INDICE

DELLA PARTE SECONDA

			ERRORI	CORREZIONI E AGGIUNTE

PARTE I.

pag. 52	*verso*	29	un carbon fossile	un carbon fossile, o *Stipite* del Brongniart
» 81	»	29	Pluto-nettuniani	Nettuno-plutoniani
» ib.	»	31	eruzioni	iniezioni
» ib.	»	32	ma ancora	ma forse ancora
» ib.	»	33	deposizione de'terreni terziarj, perciò ec.	deposizione di alcuni terreni terziarj antichi, perciò ec.

PARTE II.

» 37	»	26	Sienite, o Pirossenite	Sienite e Pirossenite
» 76	»	13	Filoni di M. Castello	Filoni di M. Castelli
» 85	»	2	superiore	inferiore
» ib.	»	3	inferiore	superiore
» ib.	»	10	cava Bonelli	cava Vignori

ESQUISSE DES DIR